

**INSTITUTO SUPERIOR DA EDUCAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE LICENCIATURA EM GEOLOGIA**

**TRABALHO CIENTÍFICO APRESENTADO AO ISE PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE  
LICENCIATURA EM GEOLOGIA – RAMO CIENTÍFICO**

**QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO NO CONCELHO DE  
SANTA CRUZ**



**Autora:**  
Anabela Cabral Varela

**Orientador:**  
Dr. Alberto da Mota Gomes

Praia, Setembro, 2006

**INSTITUTO SUPERIOR DA EDUCAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE LICENCIATURA EM GEOLOGIA**

**TRABALHO CIENTÍFICO APRESENTADO AO ISE PARA OBTENÇÃO DO GRAU  
DE LICENCIATURA EM GEOLOGIA – RAMO CIENTÍFICO**

**QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO NO CONCELHO DE  
SANTA CRUZ**

**Autora:**  
Anabela Cabral Varela

**Orientador:**  
Dr. Alberto da Mota Gomes

Praia, Setembro, 2006

**INSTITUTO SUPERIOR DA EDUCAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE LICENCIATURA EM GEOLOGIA**

**TRABALHO CIENTÍFICO APRESENTADO AO ISE PARA OBTENÇÃO DO GRAU  
DE LICENCIATURA EM GEOLOGIA – RAMO CIENTÍFICO**

**QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO NO CONCELHO DE  
SANTA CRUZ**

Aprovado pelos membros do júri, foi homologado pelo Presidente do Instituto Superior de Educação como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciatura em Geologia - Ramo Científico

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

O Júri

Presidente: \_\_\_\_\_

Arguente: \_\_\_\_\_

Orientador: \_\_\_\_\_

**Autora:**  
Anabela Cabral Varela

**Orientador:**  
Dr. Alberto da Mota Gomes

Praia, Setembro, 2006

À minha Mãe

## AGRADECIMENTOS

O desenrolar de todo este trabalho contou com o apoio de numerosas pessoas e instituições, a quem cabe expressar um reconhecido agradecimento.

Em primeiro lugar agradeço ao meu professor, orientador, Dr. Alberto da Mota Gomes, pelo constante acompanhamento desde o início da minha formação, pela orientação, sugestões e críticas, pelo levantar de questões que com o seu saber, tantas vezes me ajudaram a encontrar o caminho e, principalmente pelo entusiasmo e ânimo que me soube transmitir, nos momentos de maiores dificuldades.

À todos os meus professores, em especial a Dr<sup>a</sup>. Sónia Silva e o Dr. José Manuel Pereira, pela paciência e orientação.

Ao Presidente do Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento Agrário (INIDA), pelo apoio logístico, disponibilização de meios, para a realização de trabalhos de campo e laboratorial.

Um especial agradecimento à Eng<sup>a</sup>. Técnica Agrária Manuela Santos, responsável pelo Laboratório de Análises de Solo, Água e Plantas (LASAP) do INIDA, pela realização de grande parte das análises físico-química, disponibilização de documentos, apoio no tratamento de dados e fundamentalmente pela paciência, atenção e dedicação.

Ao Eng<sup>o</sup>. Samuel Gomes, chefe do Departamento Ciências do Ambiente do INIDA, pelo apoio prestado.

Ao Eng<sup>o</sup> Químico António Pedro de Pina, responsável pelo Laboratório da Qualidade de Água do Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos ( INGRH), pela orientação e disponibilização dos documentos, durante a primeira fase de estágio.

À D. Rita, auxiliar do Laboratório de Análises de Solo, Água e Plantas (LASAP ) do INIDA, pelo apoio prestado.

A todos os meus colegas do curso em especial à minha amiga Sandra Tavares.

Aos todos os funcionários do ISE e condutores do INIDA e do INGRH.

Finalmente a minha família, particularmente, Isildo Gomes, pela paciência, incentivo, dedicação e apoio permanente ao longo destes três últimos anos, contribuíram para levar até ao fim este desígnio.

## **RESUMO**

Com a finalidade de analisar alguns aspectos ligados à qualidade da água de consumo humano realizou-se o presente estudo. Efectuaram-se recolhas de amostras de água de 10 furos de abastecimento, no Concelho de Santa Cruz, durante os meses de Agosto de 2005 e Abril de 2006. Essas amostras foram posteriormente analisadas, com o objectivo de se identificar e avaliar alguns parâmetros físico-químicos determinantes da qualidade de água. Realizou-se a medição de parâmetros físico-químicos como: a Condutividade, Sólidos Totais Dissolvidos, Salinidade, pH, Cloretos, Fosfatos, Nitratos, Carbonatos e Bicarbonatos, Nitritos, Cálcio Magnésio, Potássio, Sódio, etc. Com os resultados obtidos das análises realizadas efectuou-se a comparação desses resultados com os Valores Máximos Recomendados e os Valores Máximos Admissíveis pela legislação. Baseando-se nos parâmetros analisados, pode-se afirmar que as amostras de água estudada são de, uma maneira geral, de boa qualidade, excepto as dos Furos, FT-9, FT-47 e FT-65 que apresentam alguns parâmetros fora da Norma.

Palavras-chave: Amostras, Parâmetros físico-químicos, qualidade de água.

# INDICE

AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	vi
INDICE	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	x
INTRODUÇÃO	1
I. ENQUADRAMENTO DA ILHA DE SANTIAGO	4
1.1 Localização Geográfica	4
1.2 Aspectos Climáticos ()	7
1.3 Aspectos Geomorfológicos ()	9
1.3.2 Caracterização das Grandes Unidades Geomorfológicas	10
1.4 Geologia ()	18
Características gerais	18
1.4.2 Sequência Estratigráfica	19
1.5 Hidrogeologia e Recursos Hídricos ()	22
1.5.2 As Principais Bacias Hidrogeológicas	23
Bacia Hidrogeológica do Tarrafal	24
Bacia Hidrogeológica de Santa Catarina	24
Bacia Hidrogeológica de Santa Cruz	24
Bacia Hidrogeológica da Praia	25
1.5.3 As Principais Unidades Hidrogeológicas	25
1.5.4 Constantes Hidráulicas das Unidades Hidrogeológicas	28
1.5.5 O Trabalho de Manuel Alves Costa	29
1.5.6 O Trabalho da BURGEAP	30
1.5.7 O Trabalho de Denis Fernandopullé	30
1.5.8 O Trabalho de Técnicos Cabo-verdianos	31
II. ENQUADRAMENTO DO CONCELHO DE SANTA CRUZ	33
2.1. Localização Geográfica	33
2.2 Aspectos Climatológicos ()	35
2.3 Aspectos Geomorfológicos ()	35
2.4 Geologia ()	37
Características gerais	37
2.4.2 Sequência Estratigráfica	37
2.5 Hidrogeologia ()	39
Características Gerais	39
2.5.2 Unidades Hidrogeológicas	39
III. ÁGUA POTÁVEL	41
Conceito da potabilidade da água	41
3.2 Composição mineralógica da água	42
3.3 O ciclo hidrológico	43
3.4 Trabalhos Práticos	45
3.4.1 Técnicas de recolha de amostras de água para análise físico-químico	48
3.4.2. Constituição das amostras	48
3.4.3. Métodos analíticos utilizados nas análises físico-químico	49
IV. QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO NO CONCELHO DE SANTA CRUZ	51
4.1 Normas de qualidade de água do consumo humano em Cabo Verde	51
4.2 Parâmetros de qualidade da água potável ()	51

Parâmetros Físicos e Organolépticos:	52
Parâmetros Químicos	53
Parâmetros Biológicos	54
Parâmetros analisados	56
4.3 Competência dos agentes modeladores da qualidade da água()	56
4.4 Diferença entre água potável e água destinada a rega	58
4.5 Principais pontos de água de consumo no Concelho de Santa Cruz	59
4.6 Distribuição da água para o consumo no Concelho de Santa Cruz	60
4.7 Desinfecção da água	61
4.7.1 Desinfecção da água para o consumo humano por cloração ()	62
V. RESULTADOS E DISCUSSÃO DAS ANÁLISES REALIZADAS	63
5.1 Resultados	63
5.2 Discussão	64
VI. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	66
BIBLIOGRAFIAS	68
ANEXO	70
Ficha de Registo da Exploração dos principais furos (produção e distribuição)	74



## LISTA DE FIGURAS

	<b>Páginas</b>
Figura 1.1.1- Mapa da ilha de Santiago- Distribuição de Concelhos	5
Figuras 1.3.2.2- Maciço do Pico de Antónia	12
Figura 1.3.2.1- Grandes Unidades Geomorfológicas	17
Figuras 1.3.2.3- Planalto de Santa Catarina	12
Figura 1.3.2.4- Maciço de Serra Malagueta	14
Figura 1.4.1.1- Mapa Geológico da ilha de Santiago	22
Figura 1.5.3.1- Principais Unidades Hidrogeológicas da ilha de Santiago	27
Figura 3.3.1- Ciclo Hidrológico	45
Figura 3.4.1- Furos seguidos	47
Figura 5.1.1- Perfil da condutividade, segundo a origem das amostras de águas analisadas em relação ao Valor Máximo Recomendado ( VMR) pela legislação	64
Figura 5.2.1- Perfil da condutividade em relação ao Valor Máximo Admissível	65

## LISTA DE TABELAS

	<b>Pág.</b>
Tabela 1.1.1- Distribuição dos Concelhos	7
Tabela 1.3.2.1- Bacias hidrográficas das Achadas Meridionais	11
Tabela 1.3.2.2- Bacias Hidrográficas do Flanco Oriental	13
Tabela 1.3.2.3- Bacias Hidrográficas do maciço Montanhoso da Malagueta	14
Tabela 1.3.2.4- Bacias Hidrográficas do Tarrafal	15
Tabela 1.3.2.5- Bacias Hidrográficas do Flanco Ocidental	16
Tabela 1.5.4.1- Resumo de determinação de alguns parâmetros hidrogeológicos	28
Tabela 2.1.1- População de Santa Cruz/ Zonas/ nº de agregados por sexo	34
Tabela 2.3.1- Bacias Hidrográficas do Flanco Oriental	36
Tabela 3.2.1- Características dos principais elementos mineralógicos da água	43
Tabela 4.2.1- Parâmetros analisados	56
Tabela 4.4.1- Produção e distribuição da água dos principais furos de exploração desde o ano de 2004 até Junho de 2006	59
Tabela 4.5.1- Principais pontos de água de consumo humano no Concelho de Santa Cruz	60
Tabela 5.1.1- Resultados das análises físico-químicas realizadas em 10 pontos de água	63
Tabela 5.2.1- Classificação da dureza das amostras de água recolhida	65

## INTRODUÇÃO

A água é o constituinte mais característico da Terra. Ingrediente essencial da vida, talvez o recurso mais precioso que a Terra fornece à Humanidade. Embora se observe pelos países do mundo tanta negligência e tanta falta de visão em relação a este recurso, era de se esperar que os seres humanos tivessem pela água grande respeito, que procurassem manter seus reservatórios naturais e salvaguardar a sua pureza. De facto, o futuro da espécie humana e de muitas outras espécies pode ficar comprometido, a menos que haja uma melhoria significativa na administração dos recursos hídricos terrestres.

A superfície terrestre é coberta em 70% por água., na sua maioria salgada, correspondente aos mares e oceanos (cerca de 97%). Apenas 3% de toda água existente no planeta é doce e, a maior parte desta água está sob a forma de gelo e neve (70%) ou abaixo da superfície (água subterrânea 29%). Uma pequena porção (cerca de 1%) se encontra directamente disponível ao homem e aos outros organismos, sob a forma de lagos e rios, ou como humidade presente no solo, na atmosfera e como componente dos mais diversos organismos. (<sup>1</sup>)

Em Cabo Verde, as águas subterrâneas ocupam áreas muito mais vastas e mais utilizadas, até a presente data, do que as águas superficiais sendo, por conseguinte, mais difícil impedir a poluição, controlar e repor a sua qualidade.

Sendo a água um dos factores que contribui para o desenvolvimento sócio-económico de qualquer comunidade, a sua boa ou má qualidade pode ser determinante na saúde pública.

Analizando os dados epidemiológicos referentes à saúde pública Cabo-verdiana, constata-se que existem indicadores que apontam para incidência de doenças relacionadas com a qualidade de água do consumo humano e do saneamento básico. No concelho de Santa Cruz, a título de exemplo, a epidemia de cólera verificada no ano de 1994, devido aos maus hábitos de higiene e, ainda, à falta de informações, contribuíram em muito para a mortalidade por

---

(<sup>1</sup>) -J. W, Maurits- La Rivière, ph. D. en Microbiologia, Holanda

diarreia <sup>(2)</sup>). É nesta óptica que surge o tema **“Qualidade de água de consumo no concelho de Santa Cruz”**.

O presente documento insere-se no âmbito do trabalho científico exigido pelo Instituto Superior de Educação, para obtenção do grau académico de Licenciatura em Geologia- Ramo Científico.

O principal objectivo é analisar alguns aspectos ligados à qualidade da água e, assim, proporcionar algumas informações que poderão contribuir na tomada de decisões.

Metodologia usada para a elaboração do trabalho:

Numa 1ª fase, após a escolha do tema, procedeu-se à consulta bibliográfica, com a finalidade de fazer a revisão da literatura sobre o tema em estudo. Em seguida, foram feitos contactos com as entidades directa ou indirectamente ligadas à gestão da água.

Numa 2ª fase, fizeram-se visitas de campo, com a finalidade de recolher amostras de água para análise físico-química.

Finalmente, depois de se ter analisado e interpretado os resultados, fez-se a redacção do trabalho.

O presente documento encontra-se dividido em cinco capítulos:

Parte introdutória, contextualização e a justificação do tema.

Capítulos 1, enquadramento da ilha de Santiago, localização geográfica, aspectos climáticos e geomorfológicos, geologia e a hidrogeologia.

Capítulos 2, enquadramento do Concelho de Santa Cruz, localização geográfica, aspectos climáticos e geomorfológicos, geologia e hidrogeologia.

Capítulo 3, caracterização da potabilidade da água, destacando o conceito, a composição mineralógica, o ciclo da água, a recolha, preparação e técnicas de análises físico-químicas de amostras de água para o consumo Humano.

---

<sup>(2)</sup> Plano regional de Santa Cruz- 04/1991

Capítulo 4, qualidade de água de consumo humano – normas de qualidade de água do consumo humano em Cabo Verde, definição da potabilidade da água segundo a norma da OMS, agentes moderadores e reguladores da qualidade da água; diferença entre a água potável e a água destinada à rega; pontos de água de consumo no concelho de Santa Cruz; distribuição e desinfecção da água para o consumo humano.

Capítulo 5, resultados, interpretação e discussão.

Capítulo 6, conclusões e recomendações.

Anexo

Bibliografia

## **I. ENQUADRAMENTO DA ILHA DE SANTIAGO**

### **1.1 Localização Geográfica**

Como todas as ilhas do arquipélago de Cabo Verde, a ilha de Santiago eleva-se de um soco submarino em forma de ferradura, situada a uma profundidade da ordem dos 3.000 metros.

Santiago pertence ao grupo das ilhas de Sotavento. É a maior ilha do arquipélago e localiza-se na região Sul do País, entre os paralelos 14°50` e 15°20` de latitude Norte e, entre os meridianos 23°50` e 23°20` de longitude Oeste de Greenwich.

A sua superfície é de 991Km<sup>2</sup>, correspondente a 25% da área total do arquipélago. Apresenta uma forma adelgada na direcção Norte- Sul, com um comprimento máximo de 55Km, entre a Ponta Moreia, a Norte, e a Ponta Mulher Branca, a Sul, e uma largura máxima de 29Km entre a Ponta Janela, a Oeste, e a Ponta Praia Baixo, a Este. Observa-se na parte Norte da ilha um estreitamento pronunciado entre a Baía de Chão Bom, a Oeste, e a Baía do Porto Formoso, a Leste, atingindo os 6000 metros.

A ilha encontra-se dividida em nove (9) concelhos e 11 freguesias <sup>(3)</sup>: (fig1.1.1 - Mapa da ilha de Santiago- distribuição de Concelhos).

**CONCELHO DO TARRAFAL**, com uma área de 112,4Km<sup>2</sup> e uma população de 20786 habitantes, distribuídos pela freguesia de Santo Amaro Abade, localiza-se na parte Setentrional.

**CONCELHO DE CALHETA SÃO MIGUEL**, com uma área de 90,7Km<sup>2</sup> e uma população de 17008 habitantes, espalhados pela freguesia de São Miguel Arcanjo localizado na parte Nordeste, é o menor concelho da ilha.

---

<sup>(3)</sup> - Ministério de Infraestrutura e Transporte. 2006

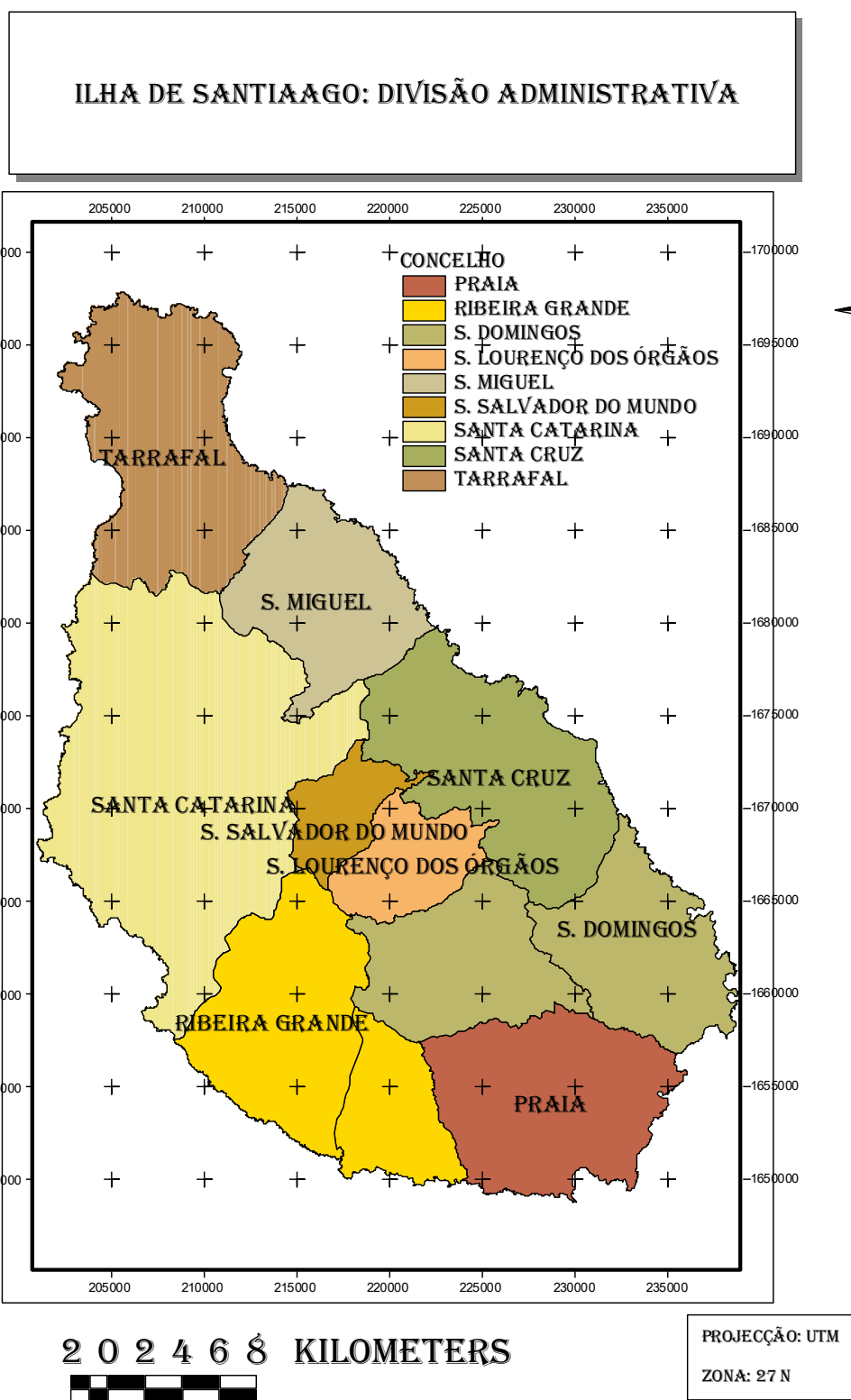


Fig.1.1.1 – Mapa da ilha de Santiago - distribuição de Concelhos

Fonte: Ministério de Infra-estrutura e Transporte (MIT)

**CONCELHO DE SANTA CATARINA**, localizado na parte central da ilha, é o maior concelho da ilha com uma área de 242,9Km<sup>2</sup> e uma população total de 44969 habitantes, distribuídos pela freguesia de Santa Catarina.

**CONCELHO DOS PICOS**, localizado na parte central da ilha, com uma área de 28,7Km<sup>2</sup> e uma população de 10027 habitantes, distribuído pela freguesia dos Picos.

**CONCELHO DE S. LOURENÇO DOS ÓRGÃOS**, localizado na parte leste, ocupa uma área de 39,5Km<sup>2</sup>, com uma população de 8513 habitantes, distribuídos pela freguesia de São Lourenço dos Órgãos.

**CONCELHO DE SANTA CRUZ**, localizado na parte Leste. Ocupa uma área de 109,8Km<sup>2</sup>, com uma população total de 27807 habitantes, distribuídos pela freguesia de São Tiago Maior.

**CONCELHO DE SÃO DOMINGOS**, com uma área de 137,6Km<sup>2</sup>, uma população de 13897 habitantes, distribuídos pelas freguesias de Nossa Senhora da Luz e São Nicolau Tolentino.

**CONCELHO DA PRAIA**, localizado na parte Sul, ocupando uma área de 97Km<sup>2</sup>, com uma população total de 114688 habitantes, distribuídos pela freguesia de Nossa Senhora da Graça. É neste concelho, que está instalada a capital do país, a Cidade da Praia.

**CONCELHO DE RIBEIRA GRANDE SANTIAGO**, com uma área de 161,1 Km<sup>2</sup> e uma população de 8957 Habitantes, distribuídos pelas freguesias de São João Baptista e Santíssimo Nome de Jesus.

A tabela 1.1.1. apresenta em resumo, a distribuição dos concelhos com as respectivas áreas, populações e freguesias.



Tabela 1.1.1. Distribuição dos concelhos

Concelho	Área ( Km <sup>2</sup> )	População	Freguesia
Tarrafal	112,4	20.786	Santo Amaro Abade
São Miguel	90,7	17.008	São Miguel Arcanjo
Santa Catarina	242,9	44.969	Santa Catarina
Dos Picos	28,7	10.027	São Salvador do Mundo
Dos Órgãos	38,5	8.513	São Lourenço dos Órgãos
Santa Cruz	109,8	27.807	São Tiago Maior
São Domingos	39,5	13897	São Nicolau Tolentino e Nossa Senhora da Luz
Praia	97	114.688	Nossa Senhora da Graça
Ribeira Grande de Santiago	161,1	8.957	São João Baptista e Santíssimo Nome de Jesus

Fonte: INE de Cabo Verde Projeções Demográficas da População dos Concelhos em 2005

## 1.2 Aspectos Climáticos <sup>(4)</sup>

À semelhança do País, o clima da ilha de Santiago é marcado fundamentalmente pela sua aridez e semi-aridez, por uma temperatura média anual de 25°C e precipitações irregulares (com concentração num curto espaço de tempo).

Duas estações principais definem o clima da ilha :

- A estação seca ou “ o tempo das brisas”, que vai de Dezembro a Junho
- A estação das chuvas ou “ tempo das águas”, que vai de Agosto a Outubro.

Os meses de Novembro e Julho são considerados de transição.

---

<sup>(4)</sup> -AMARAL, Ilídio do – Santiago de Cabo Verde- A Terra e os Homens, Lisboa, 1964

A estação das chuvas é a mais quente. Verificam-se períodos de chuvas irregulares, devido à posição marginal do arquipélago relativamente à Convergência Intertropical (CIT).

A estação seca é a mais fresca. É a época em que a ilha de Santiago está sob a influência de massas de ar húmido vindas de nordeste, os alísios, que sopram com regularidade durante todo o ano, que ao alcançarem as superfícies emersas aproximadamente a 300 metros de altitude e expostas a nordeste, originam um quase permanente estrato de nuvens que fornecem humidade, através de precipitação oculta nas zonas altas.

Tratando-se de um sistema insular, o clima é, obviamente, afectado pelas características das massas de água que a rodeiam e que provocam alterações termodinâmicas nas massas de ar que as atravessam.

De Outubro a Junho faz-se sentir o Harmatão, que é o vento quente e seco soprando de Leste. Este vento acentua a secura normal das zonas baixas da ilha exposta a Oriente e transporta finíssimas poeiras vindas do Sahara, chegando a criar densas nuvens, acção eólica intensa nas achadas litorais e sub- litorais da região meridional da ilha.

O aspecto montanhoso da ilha influencia muito o clima. Contudo, a influência do relevo e a sua exposição em relação aos ventos dominantes, faz com que haja uma enorme oscilação climática regional, nomeadamente a aridez no litoral, a humidade e vegetação nos pontos mais altos, precipitação na vertente oriental e escassez de humidade na vertente ocidental.

À medida que se desloca para o interior, o clima árido do litoral passa a semi-árido e, por fim, a húmido.

Ao longo do ano, a temperatura é uniforme, com a média anual de 25°C nas zonas baixas áridas, 22°C nas zonas intermédias e 20°C nas zonas de altitude.

Possui humidade relativa elevada, acompanhada da regularidade de pressões, dos ventos e das temperaturas; por conseguinte, pequenas amplitudes térmicas, sendo médias anuais à volta dos 6°C a 8°C.

O relevo é um factor que influencia muito o clima, propiciando o surgimento de microclimas em alguns vales do interior. Segundo o sistema de exploração das terras e a distribuição da precipitação em função da altitude, distinguem-se quatro zonas climáticas na ilha:

- **Zona árida**, situada a uma altitude abaixo dos 100 metros, desde o litoral, com precipitações inferiores a 200mm;
- **Zona semi-árida**, de altitude compreendida entre 100 a 200 metros de altitudes, com precipitação que varia entre 200 a 400mm;
- **Zona sub-húmida**, de altitude entre 200 a 500 metros, precipitação variando entre os 400 a 500mm;
- **Zona húmida**, de altitude acima dos 500 metros, com precipitação superior a 500mm.

Segundo F. Reis Cunha, considerando o regime térmico, podemos dividir o clima da ilha da seguinte maneira:

- 1-Clima Litoral- Como o da Praia, Achada Baleia, São Tomé e Tarrafal;
- 2-Clima de Altitude- Como o do Pico da Antónia, Santa Catarina e Serra da Malagueta;
- 3- Clima de Vertente, não exposta aos ventos alísios, como o de Chuva Chove, Pico Leão e Mosquito.

### 1.3 Aspectos Geomorfológicos <sup>(5)</sup>

#### Introdução

Sendo a ilha de Santiago de origem vulcânica, o seu relevo é constituído por elevações, planuras e vales. Apresenta o formato de uma pêra, isto é, adelgada na direcção Norte-Sul, com a maior dimensão em largura voltada para o sul.

A ilha possui uma altitude média de 278,5m, sendo a altitude máxima de 1392 m

---

<sup>(5)</sup> - AMARAL, Ilídio do – Santiago de Cabo Verde- A Terra e os Homens, Lisboa, 1964

(Pico da Antónia). Destaca-se uma série de achadas escalonadas entre o nível do mar e 300-500m de altitude. O litoral normalmente é escarpado a Oeste e, a Leste, é baixo e constituído por achadas.

Observa-se no centro da ilha uma extensa zona plana, o planalto de Santa Catarina com cerca de 500 metros de altitude, onde se pode observar cones de piroclastos mal conservados.

A costa, na parte Leste, apresenta ondulações suaves e consideravelmente recortada devido à forte e constante acção das ondas do mar que são auxiliadas pelo vento dominante de nordeste.

As arribas na parte Oeste são verticais e descem bruscamente não permitindo a formação de achadas.

Uma rede hidrográfica de regime temporário e relativamente denso, insere-se no relevo da ilha, que é bastante variado e movimentado.

### **1.3.2 Caracterização das Grandes Unidades Geomorfológicas**

Segundo Manuel Monteiro Marques (1990), na ilha de Santiago evidenciam-se sete unidades geomorfológicas: Achadas Meridionais (I), Maciço Montanhoso do Pico da Antónia(II), Planalto de Santa Catarina(III), Flanco Oriental(IV), Maciço Montanhoso da Malagueta(V), Tarrafal(VI) e Flanco Ocidental(VII).( Fig.1.3.2.1. Grandes Unidades Geomorfológicas).

#### **- Achadas Meridionais (I)**

São superfícies estruturais ou sub estruturais, que iniciam no Sopé meridional do Maciço Montanhoso do Pico de Antónia e descem até ao mar.

São Constituídas por escoadas basálticas intercaladas com tufos, pertencentes ao Complexo Eruptivo do Pico de Antónia.

As achadas estão cortadas por alguns vales escavadas nas formações do Complexo Eruptivo de Pico de Antónia.

Possuem declives médios, normalmente cobertas por material muito grosseiro, derivado da desagregação *in situ* das escoadas lávicas e/ou transportados por enxurradas.

As principais bacias hidrográficas das achadas meridionais e os seus respectivos declives e altitudes, estão apresentados na tabela 1.3.2.1.

Tabela 1.3.2.1. Bacias Hidrográficas das Achadas Meridionais

Bacias hidrográficas	Declive Médio(%)	Altitude Média (m)
Santa Clara	8,1	509,8
Fundura	9,2	360,6
São João	9,6	500,2
Canico Grande	7,5	271,8
Grande(Cidade Velha)	6,8	379,9
São Martinho Grande	6,2	411,0
Trindade	4,7	242,4
São Francisco	3,4	148,1

Fonte: Manuel M. Marques, 1990

## O Maciço Montanhoso do Pico de Antónia (II)

É uma área montanhosa, muito importante e bastante acidentada que culmina no Pico de Antónia aos 1394 metros (Fig.1.3.2.2. Maciço do Pico de Antónia).

É constituído em grande parte por formações do Complexo Eruptivo do Pico de Antónia. Eleva-se a partir dos 600metros de altitude e continua-se um pouco para NW, constituindo o relevo de Palha Carga.

Dos pontos de vista geomorfológico, litológico e climático, o maciço pode comportar-se, teoricamente como um reservatório natural de água.

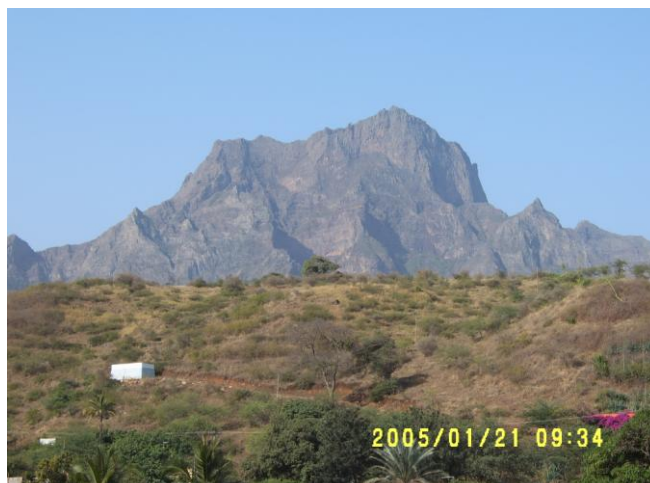


Fig.1.3.2.2. Maciço do Pico de Antónia

### **- O Planalto de Santa Catarina (III)**

É constituído por um conjunto de achadas compreendidas entre 400 e 600 metros de altitude (Marques 1984-1985). Constitui a região central da ilha e encontra-se limitado respectivamente, a Norte e a Sul, pelos maciços montanhosos do Pico da Antónia e da Malagueta. A Oeste se destacam os relevos de Palha Carga, Monte Brianda e Pedroso. O planalto é cortado por alguns vales em canhão, como por exemplo as bacias hidrográficas de Águas Belas e Sansão. A área periférica do planalto, dada a desvegetalização que este sofreu, está sendo atacada pela erosão regressiva das ribeiras que sulcam o Flanco Oriental da ilha e que têm as suas cabeceiras neste planalto (Marques, 1984-1985) ( fig 1.3.2.3. Planalto de Santa Catarina).



Fig.1.3.2.3. Planalto de Santa Catarina

#### **- O Flanco Oriental(IV)**

É constituído pelas bacias hidrográficas das ribeiras de São Domingos, Praia Formosa, Seca, Picos, Santa Cruz, Salto, Flamengos e S. Miguel, que estão apresentados na tabela (1.3.2.2.) com os seus respectivos declives médios e altitudes médias.

As cabeceiras dessas ribeiras situam-se no planalto de Santa Catarina ou nos maciços montanhosos do Pico de Antónia ou da Malagueta e os seus troços terminais correm em vales em canhões.

Do ponto de vista litológico há predominância de formações de tufos e tufos-brechas, alternando com escoadas lávicas pouco espessas. Aparecem nas grandes quebradas, formações do mesmo tipo, cortadas por densa rede filoniana.

O Flanco apresenta a morfogénese bastante positiva, tendo em conta as condições topográficas adversas, a inexistência de precipitação regular na época própria, a ausência de cobertura vegetal e as práticas agrícolas inadequadas, concorrem aceleradamente para a degradação total do perfil do solo.

Tabela 1.3.2.2.Bacias Hidrográficas do Flanco Oriental

Bacias hidrográficas	Declive Médio(%)	Altitude Média (m)
São Domingos	5,1	310,3
Praia Formosa	8,4	226,2
Seca	8,6	290,4
Picos	6,6	347,9
Santa Cruz	4,2	259,8
Salto	6,3	202,5
Flamengos	5,9	319,6
São Miguel	10,5	327,5

Fonte : Manuel M. Marques,1990

#### **- O Maciço Montanhoso da Malagueta (V)**

Constituído por Formações litológicas do Complexo eruptivo do Pico de Antónia e culmina aos 1064 metros. (Fig.1.3.2.4 Maciço de Serra Malagueta).



Fig.1.3.2.4. Maciço de Serra Malagueta

No seu Sópé meridional desenvolve-se o planalto de Santa Catarina; na base da sua encosta Norte estende-se a região do Tarrafal.

As suas encostas são fortemente alcantiladas, principalmente as de NE e de NW. Do lado NE, o maciço desenvolve-se em direcção ao litoral e engloba as bacias hidrográficas de São Miguel e Principal; do lado NW acontece o mesmo, abrangendo a bacia da Ribeira Grande (Tarrafal). A tabela (1.3.2.3) apresenta o declive médio e a altitude média dessas bacias.

À semelhança do Maciço Montanhoso do pico da Antónia, este maciço devidamente florestado, pode se tornar num bom reservatório natural de água.

Tabela 1.3.2.3.Bacias Hidrográficas do Maciço Montanhoso da Malagueta

Bacias hidrográficas	Declive Médio(%)	Altitude Média (m)
São Miguel	10,5	327,5
Principal	12,8	377,1
Ribeira Grande	7,0	289,8

Fonte : Manuel M. Marques,1990

### - O Tarrafal (VI)

Trata-se de uma área de Achadas ( Achada Grande, Ponta da Achada, Achada Tomás, Achada Belim,etc.) escalonadas entre 20 e 300 metros de altitude, constituídas por formações do Complexo Eruptivo do Pico de Antónia.



Sobressaem naquela paisagem algumas estruturas vulcânicas do Complexo Eruptivo do Pico de Antónia, das quais a mais imponente é a estrutura de fonólitos e traquitos do Monte Graciosa.

Além da Bacia Hidrográfica da Ribeira Grande, referido anteriormente, existem ainda três pequenas bacias que cortam as achadas e/ou que se encaixam entre morro. São as de Lobrão, Fazenda e Fontão (Tabela 1.3.2.4.).

Tabela 1.3.2.4.Bacias Hidrográficas do Tarrafal

Bacias hidrográficas	Declive Médio(%)	Altitude Média (m)
Lobrão	6,3	150,0
Fazenda	7,2	197,6
Fontão	5,2	171,8

Fonte: Manuel M. Marques, 1990

#### - **O Flanco Ocidental (VII)**

Trata-se de uma região extremamente árida, muito declivosa e que desce abruptamente para o mar.

Representa a transição entre o planalto de Santa Catarina e o mar.

Do ponto de vista litológico-geológico encontram de forma esparsa, Formações do Complexo filoniano de base, sobre o qual jazem escoadas lávicas e tufos do Complexo Eruptivo do Pico de Antónia e mantos de Fácies basálticas da Formação de Assomada. As principais bacias desse flanco, são as das Ribeiras de Cuba, Laxa, barca, Sansão, Águas Belas, Selada e Angra, cujos declives médios e altitudes estão expressos na tabela 1.3.2.5.

Tabela 1.3.2.5. Bacias Hidrográficas do Flanco Ocidental

Bacias hidrográficas	Declive Médio(%)	Altitude Média (m)
Cuba	11,8	469,9
Laxa	15,0	319,8
Barca	9,3	441,4
Sansão <sup>(1)</sup>	4,2	384,9
Águas Belas	5,4	426,6
Selada	12,3	349,6
Angra	16,7	214,8

Fonte: Monteiro Marques. 1990.

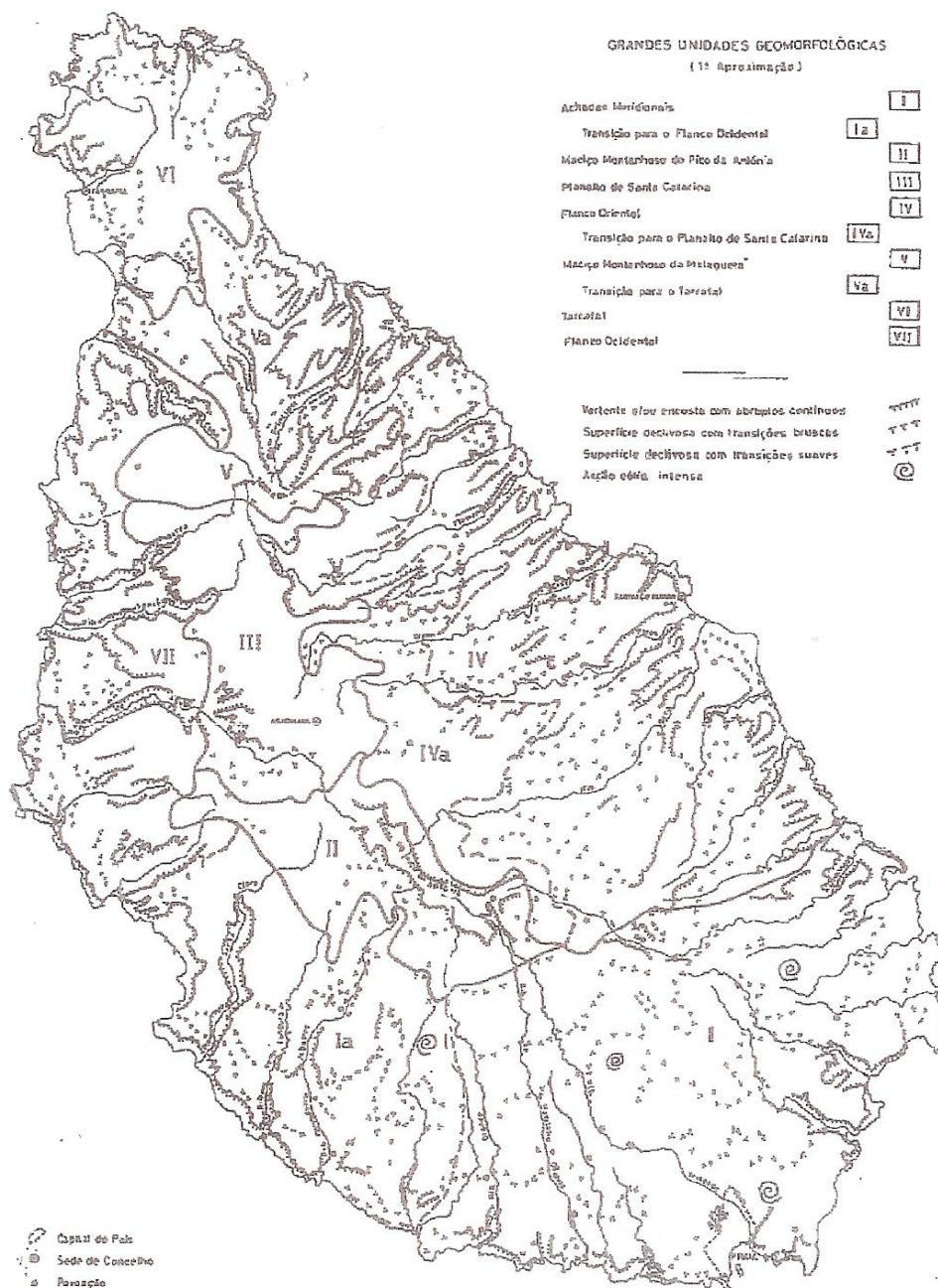


Fig. 1.3.2.1. Grandes Unidades Geomorfológicas.

Fonte- Garcia de Horta, Sér. Est. Agron, Lisboa, 17 (1-2), 1990, 19-20

## 1.4 Geologia <sup>(6)</sup>

### Características gerais

A ilha de Santiago é formada por formações de natureza vulcânica, de idades diferentes, com predomínio de rochas basálticas e materiais piroclásticos intercaladas (tufos, lapilli e brechas). As mais antigas podem ser observadas em áreas desnudadas, na maioria dos casos no leito das ribeiras.

As rochas afaníticas ocupam a maior parte emersa da ilha, com os produtos de origem explosiva de pouca importância, enquanto que as faneríticas ocupam uma pequena área (Fig.1.4.1.1. Mapa geológico da ilha de Santiago)

Observam – se grandes concentrações de filões, nas formações mais antigas, embora se encontrem distribuídas um pouco por todo o lado da ilha. Também são encontrados derrames que se consolidaram abaixo das águas.

É de realçar que os derrames basálticos foram os primeiros a serem projectados, sucedendo a fase de rochas fonolíticas e traquíticas formando chaminés, domas, necks e filões. Seguidamente houve uma nova erupção de rochas basálticas.

As rochas calcárias observam-se, em pequena escala, depositadas sobre a parte litoral ocupada outrora por rochas basálticas que se encontravam submersas. Com o posterior levantamento da ilha houve actividades vulcânicas manifestadas pela presença de mantos basálticos que repousam sobre as rochas calcárias e filões que cortam as referidas rochas calcárias.

As rochas sedimentares têm muita importância, sobretudo as marinhas, pelo facto de conterem fósseis.

---

<sup>(6)</sup> -SERRALHEIRO, António- Geologia da ilha de Santiago( Cabo Verde), Lisboa, 1976

Praticamente não existem rochas metamórficas na ilha, observando apenas ligeiras acções de metamorfismo de contacto.

#### **1.4.2 Sequência Estratigráfica**

A partir dos trabalhos realizados por António Serralheiro, estabeleceu-se o quadro estratigráfico da ilha de Santiago, tendo determinado sequencialmente, as seguintes formações, da mais antiga (1) a mais recente (10), de acordo com o princípio de sobreposição:

#### **10- Formações Sedimentares Recentes**

Estas formações têm duas fácies:

- Fácies terrestre, formada por aluviões, areia, dunas, depósitos de vertente e de enxurrada;
- Fácies marinha, formada por areia e cascalheira da praia, Era Quaternária, Holocénico.

#### **9- Formação de Monte das Vacas (MV)**

Pertencente à Era Quaternária, Plistocénico, está representada pela fácies terrestre, formada por cones de piroclastos basálticos e pequenos derrames associados.

#### **8- Formação da Assomada (A)**

Pertencente à Era Terciária, Pliocénico, possui somente a fácies terrestre com mantos e piroclastos, ambos de natureza basáltica.

#### **7- Complexo Eruptivo do Pico de Antónia (PA)**

Fazem parte desta formação os produtos resultantes das actividades explosivos e efusiva subaéreas que tiveram lugar em épocas geológicas diferentes. É constituída por duas fácies: a terrestre e a marinha, pertencente à Era Terciária, Mio-Pliocénico.

A fácies terrestre apresenta as subunidades da mais antiga (a) a mais recente (e):

- a- Série espessa, essencialmente de mantos e alguns níveis de piroclastos.

- b- Fonólitos, traquitos e rochas afins.
- c- Tufo –brecha (TB)
- d- Mantos e alguns níveis de piroclastos.
- e- Piroclastos e escoadas.

A fácies marinha apresenta: conglomerados e calcarnitos fossilíferos, mantos basálticos inferiores, calcário; calcarnitos, conglomerados, mantos basálticos superiores.

#### **6- Sedimentos posteriores à Formação dos Órgãos (CB) e anteriores às lavas submarinas inferiores do Complexo Eruptivo de Pico de Antónia (PA)**

#### **5- Formação Lávica Pós- Formação dos Órgãos,**

constituída por rochas traquito-fonolíticas.

#### **4- Formação dos Órgãos (CB)**

Constituída por duas fácies, pertencente à Era Terciária, Miocénico:

Fácies Terrestre, formada por depósitos de enxurrada do tipo lahar

Fácies marinha, constituída por calcários e calcarnitos fossilíferos

O maior afloramento dessa formação pode observar-se em S. Jorge dos Órgãos e, daí, o seu nome.

#### **3- Formação dos Flamengos(λρ)**

Pertence à Era Terciária, Miocénico. Possui apenas a fácies marinha, formada por mantos, brechas e piroclastos.

O maior afloramento dessa formação pode observar-se na Ribeira dos Flamengos e, daí, o seu nome.

## **2- Conglomerados Ante – Formação dos Flamengos**

### **1- Complexo Eruptivo Interno Antigo (CA)**

Esta formação, pertence à Era Terciária, Ante- Miocénico, tem apenas a fácies terrestre constituída pelas seguintes Subunidades: complexo filoniano de natureza essencialmente basáltica, intrusões de rochas granulares, brechas intra-vulcânicas e filões brechoides, intrusões e extrusões fonolíticas e traquíticas, carbonatitos.

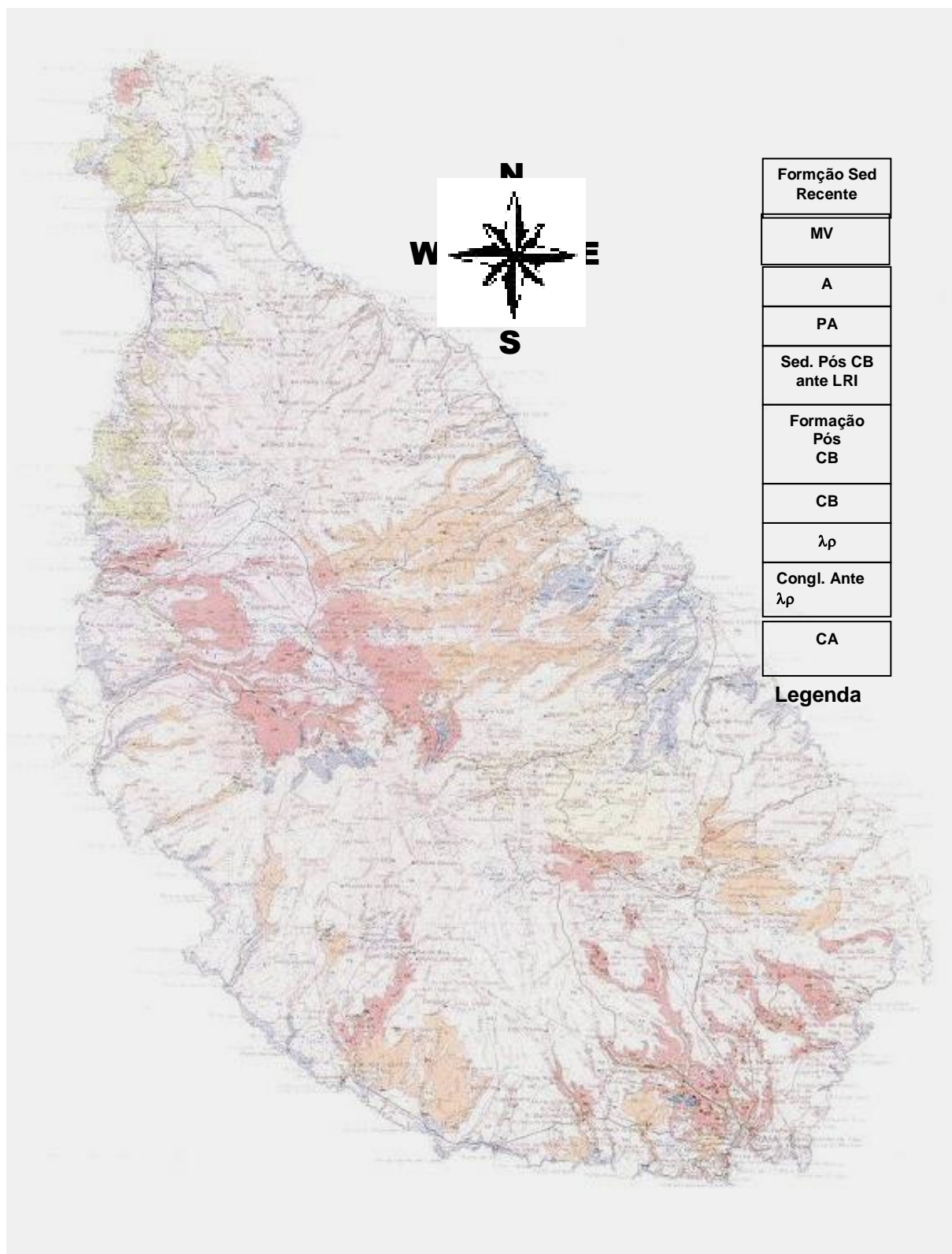


Fig. 1.4.1.1- Mapa geológico da ilha de Santiago-baseando-se fundamentalmente no trabalho de António Serralheiro e colaboradores, na escala 1/25.000



## Hidrogeologia e Recursos Hídricos <sup>(7)</sup>

### Introdução

A precipitação é a origem dos Recursos Hídricos. Toda a água utilizada, excepção feita à água dessalinizada, tem a sua origem nas chuvas. Infelizmente com a ressalva em relação ao ano de 2003, mais concretamente para os meses de Agosto a Outubro, que choveu bem na ilha de Santiago, há dezenas de anos que a precipitação tem sido deficitária, com o agravamento de que uma parte substancial da água precipitada se perde no mar.

O balanço hidrológico efectuado mostra que a precipitação que cai sobre a ilha de Santiago, em período médio, é o seguinte:

Água Superficial-56,6 milhões de m<sup>3</sup>/ano

Água Subterrânea - Bruto (período médio)- 42,4 milhões de m<sup>3</sup>/ano

É de assinalar que dos 42,4 milhões de m<sup>3</sup>/ano apenas é explorável, no período médio, 26 milhões de m<sup>3</sup>/ano, enquanto que no período seco é exploráveis 16,5 milhões de m<sup>3</sup>/ano.

### 1.5.2 As Principais Bacias Hidrogeológicas

Tomando como suporte básico o estudo da climatologia e alimentação de aquíferos e de acordo com o mapa da Rede Hidrográfica da ilha de Santiago (Santiago de Cabo Verde A Terra e os Homens, 1964), no qual se ressalta a importância dos dois principais maciços, o do Pico de Antónia e o da Serra Malagueta e a Rede de Drenagem daí resultante, das Unidades Geomorfológicas de Santiago, de Manuel Monteiro Marques, da Geologia da ilha de Santiago, de António Serralheiro e o resultado das investigações hidrogeológicas, é nosso entendimento a consideração de quatro(4) Bacias Hidrogeológicas, nomeadamente a do Tarrafal, com duas(2) Sub-Bacias( Trás-os-Montes e Ribeira Grande), de Santa Catarina, de Santa Cruz com três(3) Sub-Bacias ( da Ribeira dos Flamengos, da Ribeira Seca e da Ribeira de Achada Baleia) e a da Praia com duas (2) Sub-Bacias ( a da Ribeira Grande da Cidade Velha e a da Ribeira de Santa Clara.

---

<sup>(7)</sup> - MOTA GOMES, Alberto da – A Problemática da Geologia e dos Recursos Hídricos da ilha de Santiago, 2006

### **Bacia Hidrogeológica do Tarrafal**

Situada na região Norte da ilha e a Norte da Serra da Malagueta, caracterizada pela rede de drenagem que parte da referida Serra em direcção às Sub-Bacias de Trás-os-Montes e da Ribeira Grande.

Nesta Bacia estão localizados furos de grande produtividade, como são exemplos o FT-29, em Chão Bom do Tarrafal e o FT-39, em S. Miguel, assim como algumas nascentes.

### **Bacia Hidrogeológica de Santa Catarina**

Localizada na região Centro-Oeste e que se distingue por integrar o reservatório natural da Assomada que se situa entre as duas maiores elevações de Santiago, a da Serra do Pico da Antónia, com a altitude máxima de 1392 metros e a da Serra Malagueta, com a altitude máxima de 1063 metros.

Nesta Bacia Hidrogeológica poderão se observar as Formações Geológicas do Pico da Antónia(P A) e a da Assomada(A), estando nestas formações implantados furos de boa produtividade, como são testemunhos os furos FBE-95 e FBE-161, assim como importantes nascentes.

### **Bacia Hidrogeológica de Santa Cruz**

Localizada na região Centro-Leste, devendo-se destacar que é nesta zona aonde se observam importantes afloramentos de mantos basálticos submarinos do Complexo Eruptivo Principal (P A), formação geológica que tem dado furos da mais alta produtividade, podendo servir de testemunho, os furos FT-9, FT-12 e FT-59, todos no Concelho de Santa Cruz.

Assim sendo, julgamos por bem subdividir a Bacia Hidrogeológica de Santa Cruz nas Sub-Bacias da Ribeira dos Flamengos, da Ribeira Seca e da Ribeira da Achada Baleia.

## **Bacia Hidrogeológica da Praia**

Situada na região Sul da ilha e a Sudoeste e a Sul da Serra do Pico da Antónia influenciando assim a rede de drenagem que parte do referido Pico em direcção as Sub-Bacias da Ribeira de Santa Clara e da Ribeira Grande da Cidade Velha.

Nesta região estão localizados furos de boa produtividade, na formação geológica do Pico de Antónia (P A), servindo de testemunho os furos, FBE-138 (Santa Clara) e o FBE-1 (Lapa Cachorro), assim como a existência de nascentes de bom caudal.

### **1.5.3 As Principais Unidades Hidrogeológicas**

O aquífero mais importante é o Complexo eruptivo Principal (C.E.P.), também conhecido pelo Complexo do Pico de Antónia (P A), que se apresenta quer sob fácies terrestre quer submarina.

Os Trabalhos realizados no domínio da hidrogeologia levaram à conclusão da existência de três principais unidades hidrogeológicas, da mais recente (3) à mais antiga (1), (Fig.1.5.3.1- Principais Unidades Hidrogeológicas).

**1-Unidade Recente-** integra a Formação do Monte das Vacas (M V) que é constituída por cones de material de piroclástico e derrames associados com alto grau de permeabilidade e que, por isso, encaminha a água para o aquífero principal.

**2-Unidade Intermédia-** Constituída pelo Complexo Eruptivo Principal(C.E.P.), formação mais espessa e mais extensa, de coeficiente de armazenamento relativamente elevado e que possui uma permeabilidade que evita o esvaziamento rápido das reservas e, ainda, possui uma elevada taxa de alimentação, constituindo por isso, o aquífero principal.

Possui fracturação vertical, porosidade e permeabilidade superiores à da Unidade de Base. As perfurações realizadas nas “*Pillow-lavas*” e os respectivos ensaios de bombagem revelaram uma produtividade bastante elevada, da ordem de 40m<sup>3</sup>/h, tendo produzido depressões de apenas 0,02-0,5m, tendo-se alcançado a estabilização de nível nos primeiros minutos.

Da recuperação servem de testemunhos o furo FT-29, na Ribeira Grande do Concelho do Tarrafal, o furo, FT-39, em S.Miguel no Concelho de S.Miguel e os furos FT-9 e FT-12, na Ribeira Seca, no Concelho de Santa Cruz.

As “*Pillow-lavas*” com as suas abundantes fissuras e cavidades constituem, sem dúvida, a zona de maior produtividade do Complexo Eruptivo Principal. Também integra a Unidade Intermédia a Formação da Assomada.

**3-Unidade de Base** - Complexo Eruptivo Interno Antigo, Formação dos Flamengos e Formação Conglomerático – Brechóide integram esta unidade que é caracterizada por possuir uma alteração praticamente generalizada dos afloramentos, índice elevado de compacidade e, por conseguinte, baixo permeabilidade.

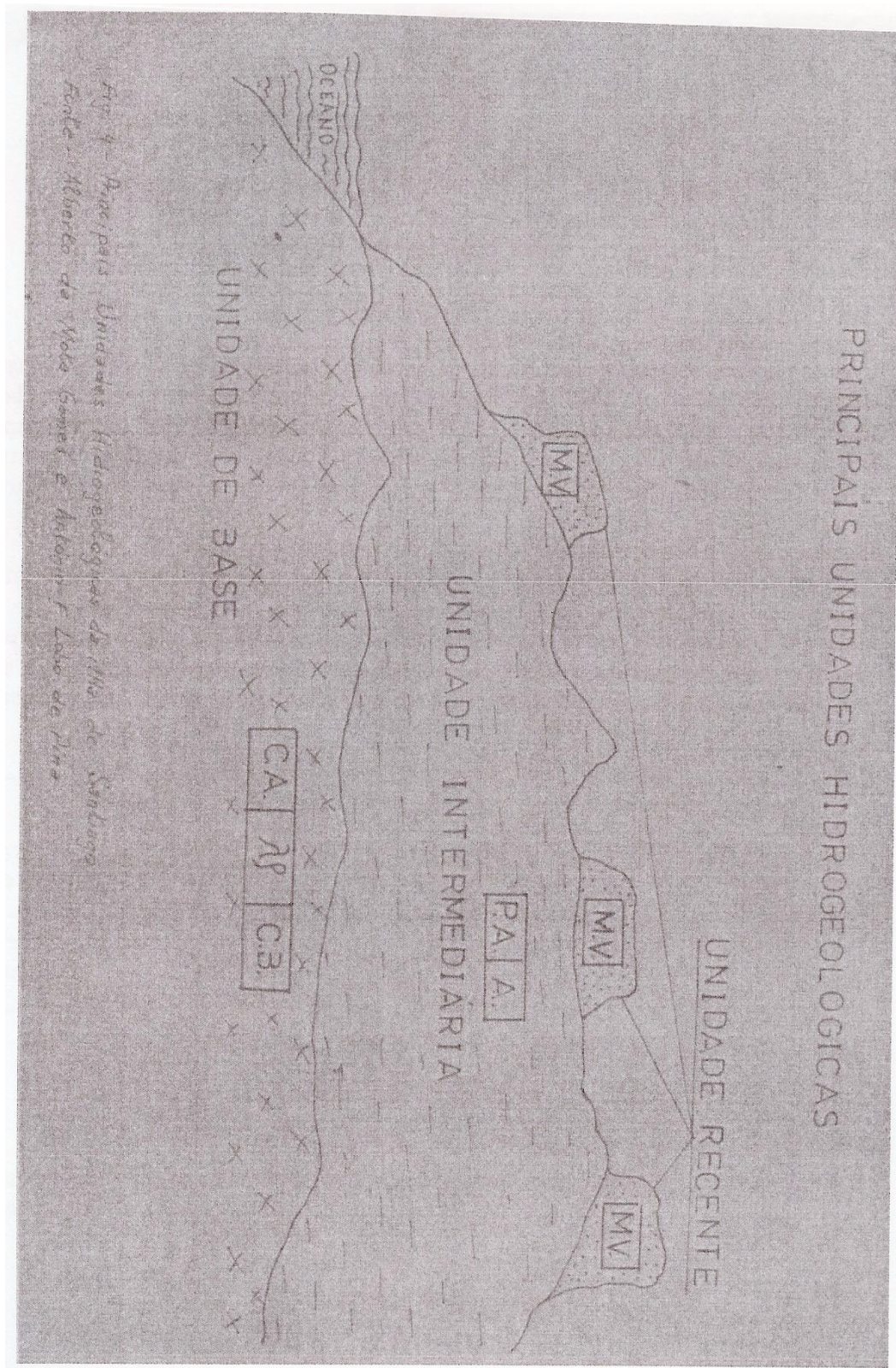


Fig.1.5.3.1.Principais Unidades Hidrogeológicas da ilha de Santiago

Fonte: Mota Gomes e Lobo de Pina. 2004.

#### 1.5.4 Constantes Hidráulicas das Unidades Hidrogeológicas

Na Tabela 1.5.4.1 resumo, indicam-se os valores de transmissividade, armazenamento e permeabilidade, assim como os caudais, deduzidos dos ensaios de bombagem realizados.

Tabela 1.5.4.1. Resumo de determinação de alguns Parâmetros Hidrogeológicos

UNIDADE	Permeabilidade (m/d)	Limite de Produção (m <sup>3</sup> /h)	Caudal médio (m <sup>3</sup> /h)	Transmissividade (m <sup>2</sup> /d)		Armazenamento
				Ensaio	Valor médio	
RECENTE	-	-	-	-	-	-
INTERMÉDIA Subaérea submarina	0,5-5	5-25	15	2.10 <sup>-4</sup> a 2.10 <sup>-4</sup>	5.10 <sup>-4</sup>	S:4x10 <sup>-4</sup>
		30-50	40	10. <sup>3</sup> a 10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	S:0.05
BASE	0,05 – 0.1	0-7	4	0.2 a 3.10 <sup>-4</sup> a 5.10 <sup>-5</sup>	5.10 <sup>-5</sup>	

Fonte: Revista Do Centro de Geologia (ISE), vol.1 N.ºs 1,2 e 3, 2004.

Com suporte nos trabalhos hidrogeológicos realizados nas ilhas Canárias, Emílio Custódio assinala que a qualidade das águas subterrâneas das rochas vulcânicas costuma ser de excelente qualidade, do tipo *cálcico-magnésico-bicarbonatada nos basaltos ou nas rochas básicas vulcânicas ácidas*.

Na ilha de Santiago os trabalhos de hidrogeoquímica realizados confirmam o tipo de qualidade de água detectado nos basaltos e nas rochas básicas das ilhas Canárias.

Ainda e segundo Emílio CUSTÓDIO e Manuel Ramon LLAMAS- Hidrologia Subterrânea, TomoI e TomoII – nas zonas áridas e semi-áridas, as águas subterrâneas podem ter elevadas concentrações de sais, predominantemente, o cloro. As características químicas são função do clima, altitude, distância do mar, ventos dominantes, tipos de rochas, tipo de permeabilidade, tempo de concentração, etc, e as variações podem ser rápidas, quer na horizontal quer na vertical.

### 1.5.5 O Trabalho de Manuel Alves Costa

O Eng. Civil português Manuel Alves Costa, no seu Trabalho *acerca do reconhecimento Hidrogeológico do Arquipélago de Cabo Verde*, de Novembro de 1958, dá-nos informações acerca dos Recursos Hídricos da ilha de Santiago.

Nesse Trabalho Manuel Alves Costa aborda o problema de pesquisa para o abastecimento às populações nomeadamente, Tarrafal, Pedra Badejo, São Domingos, Porto Gouveia e imediações, Cidade Velha. Numa segunda fase dedicaram-se aos projectos e obras de abastecimento com realce para Pedra Badejo, Assomada, Tarrafal, São Domingos, Porto Gouveia e Porto Mosquito.

Para complementar o seu trabalho relativamente à ilha de Santiago Manuel Alves Costa dedicou-se ao estudo de reconhecimento na procura de locais apropriados para o estabelecimento de Barragens para fins agrícolas, interessando-se tão somente aqueles capazes de garantir capacidades de armazenamento da ordem do milhão de m<sup>3</sup>.

Com tal intuito, foram especialmente visitadas todas as grandes linhas de água da ilha e, apesar da grandeza de algumas delas, só foi possível o apuramento de seis locais seguidamente indicados, os únicos que na opinião de Manuel Alves Costa satisfazem ou mais se aproximam do conjunto das condições exigidas por esta espécie de obras:

1. GASPAR- na Ribeira de S. Domingos, na cota(45).
2. MILHO BRANCO- também na Ribeira de S. Domingos, na cota (110).
3. SALAS- na Ribeira de Cumba, na cota (110).
4. CUTELO CUELHO- a Ribeira Seca, logo a montante da sua confluência com a Ribeira de S.Cristovão, na cota (100).
5. APERTADO-na Ribeira dos Flamengos, cota (130).
6. BOQUEIRÃO DA FURNA- na Ribeira dos Flamengos, cota (290).

### **1.5.6 O Trabalho da BURGEAP**

A empresa francesa BURGEAP trabalhou na ilha de Santiago neste domínio, poderá dizer-se com certa profundidade, tendo deixado um óptimo documento que até este momento tem servido de consulta básica à Hidrogeologia de Santiago.

Foram realizadas as seguintes acções:

1. Inventário de pontos de Água
2. Geofísica
3. Perfurações e sondagens
4. Ensaios de bombagem
5. Equipamento de furos
6. Controle hidrogeológico

Uma equipa da BURGEAP permaneceu em Cabo Verde de Setembro de 1971 a Dezembro de 1973, com a finalidade de apoiar os trabalhos realizados pela então Brigadas de Águas Subterrâneas de Cabo Verde, assim como proceder á formação do Pessoal Técnico Cabo-verdiano que, após a partida da BURGEAP, tomou a responsabilidade de conduzir os trabalhos no domínio da Hidrogeologia.

A BURGEAP deixou um Relatório Final da execução dos trabalhos realizados no período acima referido ( Setembro de 1971 a Dezembro de 1973)que, até a presente data, tem servido de consulta obrigatória para todos que pretendem ter uma ideia clara e correcta da Hidrogeologia de Santiago.

### **1.5.7 O Trabalho de Denis Fernandopullé**

Ao serviço das Nações Unidas em Cabo Verde, no âmbito do Projecto das Nações Unidas-CVI/75/001 PNUD/UN/DTCD, na qualidade de chefe do projecto de Águas Subterrâneas, Denis Fernandopullé realizou uma série de acções que lhe permitiu fazer recomendações acerca de trabalhos hidráulicos a serem realizados.



Denis Fernandopullé foi um excelente continuador dos trabalhos hidrogeológicos realizados pela empresa francesa BURGEAP, tendo conseguido alicerçar os conhecimentos transmitidos pela BURGEAP ao pessoal cabo-verdiano, como também melhorar a preparação do pessoal cabo-verdiano.

Denis Fernandopullé debruçou-se sobre balanço hidrogeológico da ilha de Santiago. Fez recomendações seguras sobre a captação e aproveitamento de águas superficiais através de Barragens, sobre a recarga dos aquíferos, sobre a luta contra a intrusão salina, sobre o espraçamento superficial na parte terminal de algumas Ribeiras, citando como caso concreto Chão Bom (Ribeira Grande) no Concelho de Tarrafal.

### **1.5.8 O Trabalho de Técnicos Cabo-verdianos**

Quer durante a permanência da BURGÉAP em Cabo Verde, de Setembro de 1971 a Dezembro de 1973, quer durante a presença das Nações Unidas ( com destaque para Denis Fernandopullé), logo a seguir à saída da BURGÉAP de Cabo Verde, os Técnicos Cabo-verdianos assumiram com total empenho e dedicação a Direcção de então Brigada de Águas Subterrâneas de Cabo Verde e os vários Serviços que lhe seguiram até ao actual Instituto Nacional dos Recursos Hídricos(INGRH).

Na sequência das actividades desenvolvidas, o INGRH acaba por possuir uma forte capacidade de base Técnico-Científica, devendo-se destacar que foi essencialmente na ilha de Santiago que se realizaram vários e fundamentais trabalhos no domínio da Hidrogeologia, que acabou por ser bem conhecida, de modo a transportar os seus conhecimentos para as outras ilhas do Arquipélago, dada as características vulcanológicas e as suas respectivas Sequências Estratigráficas.

É nesse sentido que se começou já a lançar as mãos na retenção e no aproveitamento de águas superficiais através de Barragens, cuja primeira de grande porte acaba de ser implementada em Poilão (Ribeira Seca).

Coincidência ou não é forçada a assinalar que se acaba de criar a tão desejada Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (GIRH), nos dias 30 e 31 de Maio do corrente ano, como congregação de esforços de Instituições Cabo-verdianas que vem trabalhando ao longo dos anos na Problemática dos Recursos Hídricos.

## **II. ENQUADRAMENTO DO CONCELHO DE SANTA CRUZ**

### **2.1. Localização Geográfica**

O Concelho de Santa Cruz localiza-se na parte Leste da ilha de Santiago, aproximadamente entre os paralelos 15°05 e 15°11 de latitude Norte e os meridianos 23°38 e 23°30 de longitude Oeste de Greenwich.

Possui uma área de 109,8Km<sup>2</sup> correspondendo aproximadamente a 3% da área total do País e cerca de 11% da ilha de Santiago.

A sua população é de 27.807 habitantes, distribuída pela freguesia de Santiago Maior.

Confronta a Norte com o município de S. Miguel, a Oeste com o dos Órgãos, a sudoeste com o Concelho da Praia e a Sul com o de S. Domingos. A Leste, é delimitado pelo mar.

Santa Cruz é um Concelho com uma população muito jovem que, apesar das suas potencialidades, apresenta a maior taxa de desemprego do País -31% ( Censo 2000). A sede do Concelho é a Vila de Pedra Badejo, único aglomerado urbano.

No que concerne a aglomerados populacionais, encontra-se dividido em vinte e quatro grandes zonas (tabela 2.1.1).

Tabela 2.1.1. População de Santa Cruz / Zonas/ N° de agregados por sexo

Nome da zona	Total de agregados familiares residentes	Sexo	
		Masculino	Feminino
Achada Belbei	14	80	67
Achada Fazenda	471	253	218
Achada Ponta	77	54	23
Boaventura	86	48	38
Boca Larga Baixo	25	14	11
Cancelo	452	212	240
Chã Da Silva	238	135	103
Julangue	4	3	1
Librão	77	47	30
Matinho	124	68	56
Monte Negro	108	76	32
Porto Madeira	121	74	47
Rebelo	48	23	25
Santa Cruz	383	207	176
Vila Pedra Badejo	1725	964	761
Achada Laje	96	51	45
Renque Purga	163	106	57
Ribeira Seca	102	63	39
Ribeirão Almaco	29	21	8
Ribeirão Boi	93	55	38
Rocha Lama	105	62	43
S. Cristovão	58	31	27
Serrelho	72	39	33
Saltos Abaixo	137	70	67

Fonte: INE- 2003

## **2.2 Aspectos Climatológicos <sup>(8)</sup>**

O clima do Concelho de Santa Cruz, à semelhança da ilha, é caracterizado pela aridez e semi - aridez com uma temperatura média anual de 25°C e precipitação irregular, marcada por duas estações bem definidas, em conformidade com o Arquipélago.

- Estação das chuvas, que vai de Agosto a Outubro, em que se verificam chuvas irregulares e está profundamente relacionada com às deslocações da Convergência Inter-Tropical.

- Estação seca, que vai de Dezembro a Junho a qual está sob a influencia de ventos alísios no nordeste, soprando regularmente durante todo o ano. É a mais fresca e seca, denominada também de “estação das brisas”.

Os meses de Julho e Novembro são considerados de transição.

A acção da altitude acompanhada à da orientação das massas do relevo em relação ao vento dominante- alísio do nordeste, desencadeia uma série de micro – climas, os climas locais, distribuídas da seguinte maneira:

- Aridez no litoral.
- Humidade e vegetação nos pontos altos.
- Maiores precipitações na vertente oriental.
- Humidade e vegetação nas zonas de maior altitude.

## **2.3 Aspectos Geomorfológicos <sup>(9)</sup>**

O Concelho de Santa Cruz possui um relevo pouco acidentado, caracterizado por formas variáveis, entre as quais se destacam: O Monte Grande (260 metros), Monte Sal (259 metros), Monte Asno (207 metros), Monte Santa Cruz (169 metros).

---

<sup>(8)</sup> - AMARAL, Ilídio do – Santiago de Cabo Verde- A Terra e os Homens, Lisboa, 1964

<sup>(9)</sup>- AMARAL, Ilídio do – Santiago de Cabo Verde- A Terra e os Homens, Lisboa, 1964 e Monteiro Marques- Caracterização das Grandes Unidades Geomorfológicas da ilha de Santiago (República de Cabo Verde), 1990.

Segundo Ilídio do Amaral, a parte litoral do concelho apresenta ondulações suaves, recortadas ao longo do percurso Norte - Sul, coberta por uma rede de vales descidos da Serra do Pico de Antónia, elemento morfológico de maior importância, culminando em terras relativamente baixas, as quais abrem-se em várzeas de fundo plano, comunicando com o mar através de um curto e estreito corredor (por exemplo os vales e as ribeiras de Germaneza e de Santa Cruz).

Segundo Monteiro Marques, as ribeiras que fazem parte do Concelho, estão incluídas dentro do Flanco Oriental, como por exemplo, as ribeiras de Santa Cruz, Seca, Picos e Saltos.

Realça-se ainda que os declives médios dominantes daquelas bacias hidrográficas, na transição para o litoral, passam a variar entre 2% e 12%; nas achadas litorais baixas, como Pedra Badejo e Achada Fazenda, os declives médios situam-se entre 0% e 5%. (Tabela 2.3.1. Bacias Hidrográficas do Flanco Oriental.

Tabela 2.3.1. Bacias Hidrográficas do Flanco Oriental.

Bacias hidrográficas	Declive Médio(%)	Altitude Média (m)
São Domingos	5,1	310,3
Praia Formosa	8,4	226,2
Seca	8,6	290,4
Picos	6,6	347,9
Santa Cruz	4,2	259,8
Salto	6,3	202,5
Flamengos	5,9	319,6
São Miguel	10,5	327,5

Fonte : Manuel M. Marques, 1990

## **2.4 Geologia (<sup>10</sup>)**

### **Características gerais**

A geologia do Concelho de Santa Cruz tem características semelhantes à da geologia da ilha de Santiago. O concelho apresenta vários tipos de rochas de formação geológicas de idades diferentes. As mais antigas encontram-se em áreas desnudadas, geralmente no leito das ribeiras. As rochas afaníticas têm um claro predomínio de ocupação do concelho em relação às faneríticas.

Nas formações mais antigas observa-se uma grande concentração de filões. As rochas basálticas ocupam a maior parte do concelho. Podem-se observar também no concelho as rochas traquíticas e fonolíticas.

#### **2.4.2 Sequência Estratigráfica**

As formações geológicas estão esquematizadas de acordo com o quadro estratigráfico, da mais antiga (1) a mais recente (6):

#### **6- Formações Sedimentares Recentes:**

Apresentando as duas fácies:

A fácie terrestre, constituída por calcários, calcarenitos fossilíferos, e conglomerados, aluviões e depósitos de vertente, da Era quaternária.

A fácie marinha, possuindo areia e cascalheira da praia, duna fóssil, da Era Quaternária.

---

<sup>10</sup> - SERRALHEIRO, António- Geologia da ilha de Santiago( Cabo Verde), Lisboa, 1976

## **5 - Formação do Monte das Vacas**

Apresentando apenas a fácies terrestre com cones de piroclastos e pequenos derrames associados da Era Quaternária.

## **4- Formação do Complexo Eruptivo do Pico de Antónia(PA)**

Apresentando duas fácies:

A fácies terrestre, formada por mantos subaéreos e piroclastos indiferenciados, basaltos, basonitoides e depósito brechoide.

A fácies marinha, constituída por mantos submarinos inferiores, da Era Quaternária.

## **3- Formação dos órgãos (CB)**

Constituída por duas fácies:

A fácies terrestre formada por depósitos conglomerático- brechoide.

A fácies marinha constituída por calcarenitos, conglomerados e calcarenitos fossilíferos, da Era Terciária.

## **2- Formação dos Flamengos (λρ)**

Apresentando apenas a fácies marinha, formada por mantos basálticos, brechas e piroclastos, da Era Terciária)

## **1- Formação do Complexo Eruptivo Interno Antigo (CA)**

Apresentando apenas a fácies terrestre constituída por filões de ancaratritos, limburgitos, filões e chaminés de fonólitos e rochas afns, gabros alcalinos olivínico. brechas intravulcânicos e carbonatitos, sienitos e rochas afins, da Era Terciária.



## **2.5 Hidrogeologia <sup>(11)</sup>**

### **Características Gerais**

Do ponto de vista Hidrogeológico, as formações mais extensas e as que influenciam o movimento das águas são as que possuem maior interesse hidrogeológico.

As precipitações constituem a principal fonte das águas subterrâneas. Das precipitações que caem, uma parte evapora-se, uma parte escoar-se através do escoamento superficial atingindo o oceano e a outra parte infiltra-se através de fendas e fracturas, alcançando as rochas com capacidade de armazenamento, acumulando-se no aquífero principal- a formação do Complexo Eruptivo de Pico de Antónia.

Os principais pontos de água do Concelho de Santa Cruz são: nascentes, poços e furos, os quais destinam à satisfação das necessidades da população.

Devido a grande irregularidade da precipitação a carência hídrica tem-se acelerada, trazendo consequências várias para a população no que concerne à alimentação, saúde, higiene, agricultura, criação de gado e satisfação de outras necessidades.

De acordo com os dados recolhidos no Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos( INGRH) e Serviços Autónomos de Água e Saneamento de Santa Cruz, existe no concelho um total de 38 furos e 35 poços de exploração para abastecimento e rega controlados pelo INGRH .

#### **2.5.2 Unidades Hidrogeológicas**

Como resultado dos trabalhos hidrogeológicos realizados no País, conclui-se que existem três grandes unidades hidrogeológicas:

---

<sup>(11)</sup> - MOTA GOMES, Alberto da- A Hidrogeologia da ilha de Santiago, 1980

## **1-Unidade de Base**

Esta unidade é constituída pelo Complexo Eruptivo Interno Antigo (CA), Formação dos Flamengos ( $\lambda\rho$ ) e a Formação Conglomerático-brechoide (CB). É caracterizada por possuir alta compacidade, baixa permeabilidade comparada com a Unidade Recente. A água é bastante mineralizada.

## **2- Unidade Intermédia**

Constituída pelo Complexo Eruptivo Principal (PA), formado essencialmente por mantos basálticos subaéreos com intercalações de piroclastos e mantos basálticos submarinos. É a formação mais extensa e mais espessa constituindo o aquífero principal. Possui um elevado coeficiente de armazenamento, comparada com a Unidade de Base, possui uma .q vertical e a porosidade e permeabilidade superiores a da Unidade de Base.

## **3- Unidade Recente**

Constituída pela formação do Monte das Vacas (MV) formada por cones de piroclastos basálticos e derrames associados com boa permeabilidade e porosidade, permitindo uma boa infiltração. Contudo, esta unidade não permite a retenção da água, devido às suas características. A água é drenada para níveis inferiores, alcançando o Complexo Eruptivo Principal.

### **III. ÁGUA POTÁVEL**

#### **Conceito da potabilidade da água**

A água pura é um líquido incolor, inodoro, insípido, transparente. Entretanto, por ser ótimo solvente, nunca é encontrada na natureza em estado de absoluta pureza, contendo várias impurezas que vão desde alguns miligramas por litro na água da chuva a mais de 30 mil miligramas por litro na água do mar.

Considera-se água potável, aquela que pode ser consumida sem risco para a saúde, atendendo a determinados requisitos de natureza física, química e biológica.

Os requisitos físicos para que a água seja considerada potável são ser inodora, incolor e fresca.

Para que a água seja potável, do ponto de vista químico, ela necessita ser arejada e não conter nenhum sal tóxico.

Biologicamente, a água não pode conter organismos patogénicos, ou seja, causadores de doenças.

A qualidade de água é definida pela sua composição química, física e bacteriológica. As características desejáveis de uma água dependem da sua utilização. Para o consumo humano há necessidade de uma água pura e saudável, isto é, livre de matéria suspensa visível, de qualquer organismos capazes de provocar enfermidades e de qualquer substância orgânica ou inorgânica que possa produzir efeitos fisiológicas prejudiciais.

A recente determinação da OMS exclui, na determinação da qualidade da água, certos parâmetros, tais como: alumínio, amónia, cloretos, sulfatos, sódio zinco, sólidos totais dissolvidos, por não constituírem grandes riscos para a saúde.

### **3.2 Composição mineralógica da água**

Água é um solvente universal - dissolve as mais variadas substâncias. Na natureza, os sais minerais e outros elementos são encontrados junto com a água, que apresenta variações de composição e gosto de região para região, isto implica que na natureza não existe água pura e, ela pode ser saudável ou nociva para o consumo humano, dependendo das suas características.

As águas subterrâneas tendem a ser mais ricas em sais dissolvidos do que as águas superficiais. As quantidades desses sais presentes reflectem sobretudo os componentes rochosos dissolvidos.

Tendo em conta a sensibilidade nas variações da composição química das rochas, é de esperar uma certa relação entre a composição química da água e das rochas predominantes no meio no qual circula.

É de assinalar que o comportamento geoquímico dos compostos e elementos é o factor determinante na distribuição desses sais nas águas. Desta forma o sódio e o potássio, dois elementos que ocorrem na crosta continental com concentração (em %) muito próximas (tabela 3.2.1. Características dos principais elementos mineralógicos da água), participam em quantidades sensivelmente diferentes nas águas subterrâneas.

Tabela 3.2.1.Características dos principais elementos mineralógicos da água

Elementos mineralógicos	Quantidade em mg/l nas água subterrâneas	Fontes	Outras características
Cálcio (Ca)	Varia de 10 a 100	Plagioclásicos cálcicos, calcita, dolomita e entre outras	Ocorre nas águas na forma de bicarbonato e sua solubilidade está em função da quantidade do gás carbónico dissolvido
Cloretos (Cl <sup>-</sup> )	< que 100mg/l	Minerais (ex:cloreto de sódio)	Quantidades anómalas são indicadores de contaminação por água do mar e por aterros sanitários
Ferro (Fe)	< que 0,3 mg/l	Minerais máficos: Magnetite, pirite, piroxenas e anfíbolos	Quantidades anómalas na água em contacto com o O <sub>2</sub> do ar confere a água uma cor amarelada e aparência desagradável  - O teor exigido no padrão da potabilidade não pode ultrapassar os 0,3mg/l.
Sódio (Na)	0,1 e 100mg/l	Feldspatos plagioclásicos	A sua presença na água dos aquíferos costeiros poderá inter-relacionar com a água do mar.
Magnésio	1 e 40 mg/l	Biotita, anfíbolos e piroxenas.	A seguir do cálcio , é o principal mineral responsável pela dureza das águas.
Nitrato(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	< que 5mg/l	Nitrogénio inorgânico no estado livre	Segundo o padrão da potabilidade a água não deve ter mais do que 10mg/l de NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> .
Potássio	< que 10mg/l mais frequente entre 1 a 5 mg/l	Feldspatos potássico, mica, moscovite e biotita	Facilmente fixado pelas argilas e intensivamente consumido pelos vegetais

Fonte: Internet (w.w.w. google.com/química da água subterrânea).

### 3.3 O ciclo hidrológico

O ciclo hidrológico ou ciclo da água é uma sequência fechada pela qual a água passa do globo terrestre para a atmosfera na fase de vapor e regressa novamente ao globo, nas fases líquida e sólida.

O sol aquece a água dos rios, dos mares e dos oceanos, provocando a evaporação dessa água em finas gotinhas, transferindo-as à atmosfera como vapor de água, uma vez na atmosfera, o vapor forma as nuvens que por padrões do clima são transportadas e eventualmente desce à Terra em forma de precipitações, acumulando-se em águas superficiais e subterrâneas. Nem toda a água chegará a Terra, uma parte evapora no caminho entre as nuvens e a Terra (que regressará à atmosfera para iniciar o novo ciclo).

Quando chegar a Terra, uma parte escorre superficialmente até atingir ao mar em forma de escoamentos superficiais, outra porção se infiltra, alimentando o aquífero (água subterrânea). Parte será absorvida pelas raízes das plantas, que seguidamente, será transpirada ou expulsa para o ar através de suas folhas em forma de vapor de água (evapotranspiração).

Assim o processo de evaporação, bem como o de transpiração começará de novo, sendo assim teremos um ciclo interminável da reciclagem da água. (<sup>12</sup>)

A evaporação é de longe o fluxo da água mais importante, porque representa em média 65% das precipitações que de novo formam o nevoeiro e as chuvas.

A infiltração da água no solo, que permite alimentar os aquíferos, só representa em média 11% das precipitações. Os restantes 24%, diz respeito ao escoamento superficial, que varia de acordo com a natureza do solo, o grau de humidade, a intensidade da chuva. O ciclo da água é equilibrado, a soma das evaporações é igual a soma das precipitações. (<sup>13</sup>) (fig.3.3.1.Ciclo Hidrológico)

---

<sup>12</sup> - J. W, Maurits- La Riviére, ph. D. en Microbiologia, Holanda

<sup>13</sup>–Palestra- Gestão dos Recursos Hídricos, Fevereiro 2002

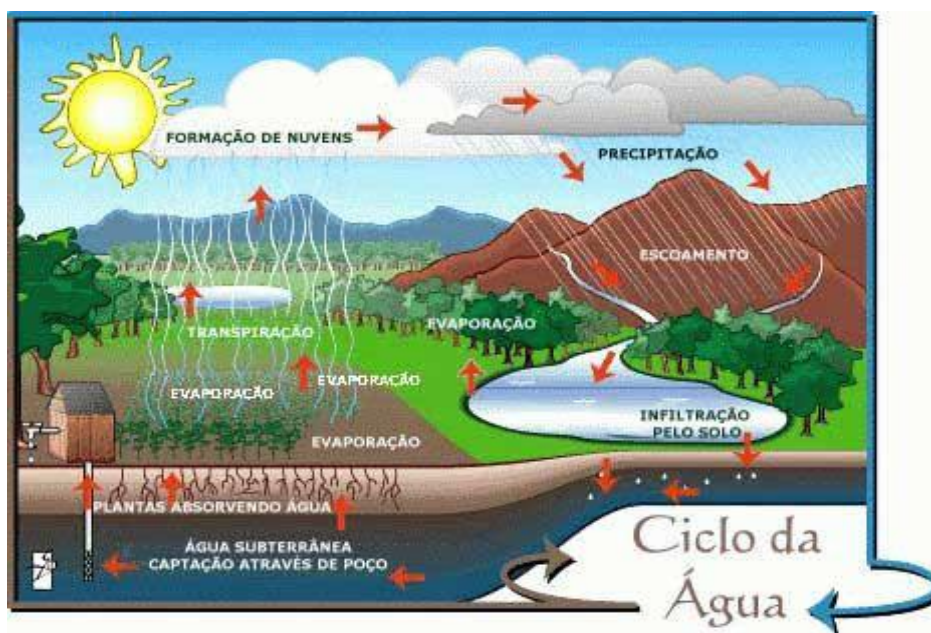


Fig. 3.3.1- Ciclo Hidrológico

Fonte: J. W, Maurits- La Rivière, ph. D. en Microbiologia, Holanda

### 3.4 Trabalhos Práticos

Os trabalhos práticos decorreram durante os meses de Agosto e Setembro de 2005, no laboratório de Qualidade de Água no Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos (INGRH), sob orientação do Sr. António Pedro Pina, Eng<sup>o</sup> Químico e responsável do laboratório de Qualidade de Água e, teve a sua continuação e conclusão durante os meses de Abril, Maio e Junho de 2006, no Laboratório de Análise de Solos, Água e plantas (LASAP) do Instituto Nacional de Investigação Desenvolvimento Agrário (INIDA) sob orientação da Engenheira Técnica Agrária Manuela Santos.

A realização do trabalho prático visou a determinação de alguns parâmetros, físico-químicos da água de alguns pontos de abastecimento do Concelho.

A sua realização abrangeu algumas fases, tais como: recolha e análise de amostras de água seguida da interpretação dos resultados.

A colheita foi realizada em duas etapas:

A 1ª etapa decorreu no mês de Agosto de 2005, em que a recolha foi feita em quatro pontos de água, nomeadamente: PT-33, em Fonte Machado, FT-47 em Saltos, FT-63, em Cutelo Coelho e FT-65, em Pinga Mel (Fotos 1, 2, 3 e 4 do anexo). Posteriormente, fizeram-se análises físico-químicas no Laboratório da Qualidade da Água, do Instituto Nacional de Gestão e Recursos Hídricos (INGRH).

Numa 2ª etapa, as colheitas foram realizadas em 6 pontos de água, nomeadamente: FT93, em Tamareira, FT-59, em Poilãozinho, FT-169, em João Touro, FT-09, em Macaty, PT-31, em Ribeirão Seco e FBE-146, em Librão (Fotos 5 a 10, em anexo), nos meses de Abril e Maio do corrente ano (fig. 3.4.1-Furos seguidos).

As análises físico-químicas decorreram durante os meses de Abril, Maio e Junho, no Laboratório de Análise de Solos, Água e Plantas (LASAP), do INIDA.



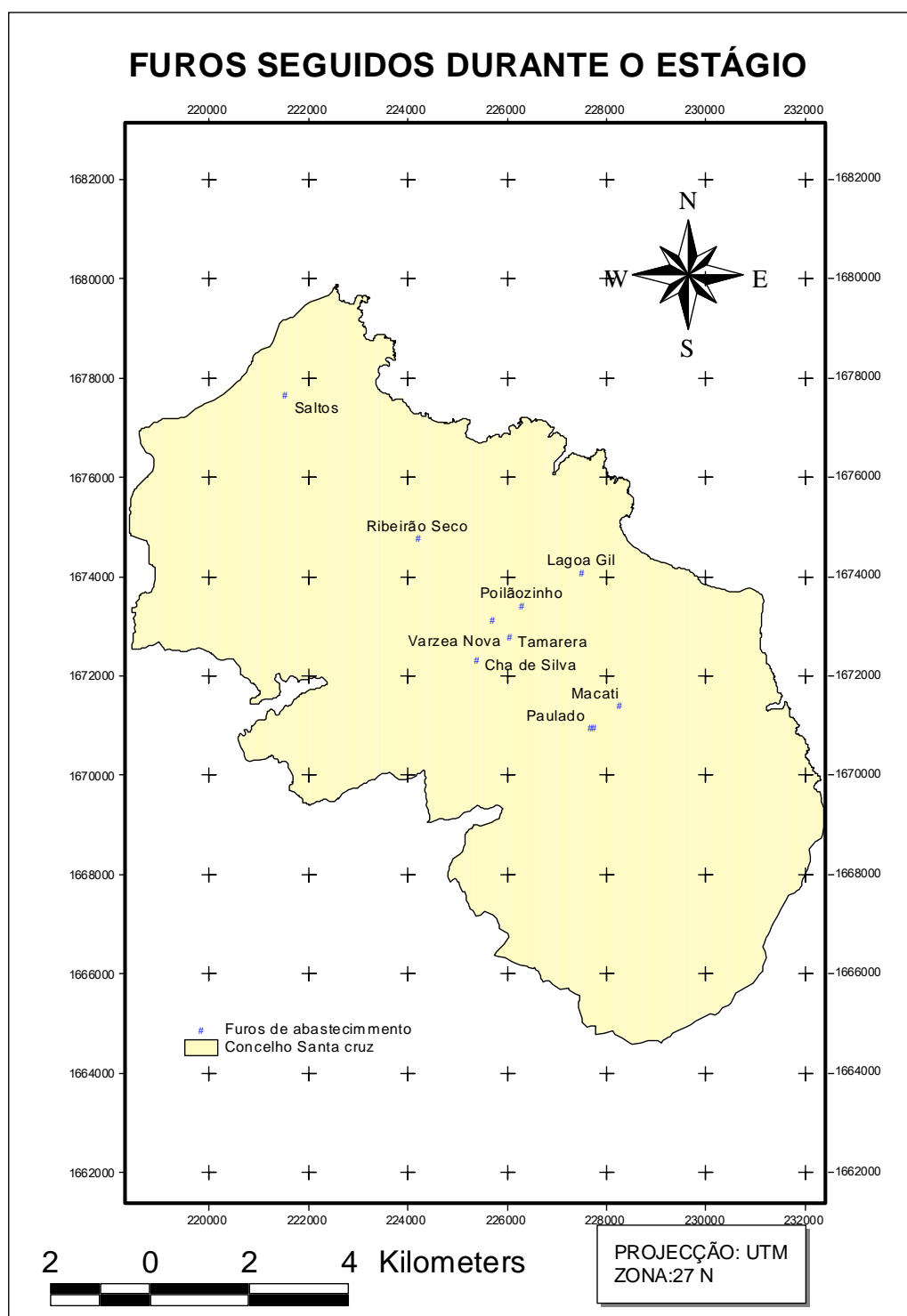


Fig. 3.4.1. Furos seguidos

Fonte: Spencer. INIDA. 2006

### 3.4.1 Técnicas de recolha de amostras de água para análise físico-químico

A técnica de recolha é variável consoante a origem da água a analisar devendo utilizar sempre frascos de vidro para as determinações do pH e dos caracteres Organolépticos. Em qualquer dos casos, a recolha deve ser feita em frascos, prévia e cuidadosamente lavados e passados no local (2-3 vezes) com água a analisar.

- **Para água de uma torneira dum sistema de canalização**, a amostra da água só deve ser recolhida no frasco depois de deixar correr a água da canalização, durante algum tempo; se a canalização estiver em serviço bastam cinco a dez minutos.

- **Para água de Nascente**, a amostra de água deve ser recolhida o mais próximo possível da origem, directamente para o frasco, de forma a evitar qualquer arejamento durante a operação.

- **Para água de poços ou reservatórios não equipados com bomba**, o frasco fixado num dispositivo que permite a colheita a uma profundidade previamente fixada. É aberto (por comando à distância), somente depois de mergulhado a cerca de meio metro de profundidade e longe das paredes.

- **Para água da Superfície**, a colheita da água de lagoas, de albufeiras ou de curso de água, a amostra deve ser colhida por imersão directa do frasco a cerca de 30 cm da superfície num local afastado das margens. A boca do frasco, destapado no momento da colheita, deve ser dirigida em sentido ao corrente e deve evitar-se zonas de estagnação, tendo o cuidado em não provocar suspensão de partículas depositadas.

### 3.4.2. Constituição das amostras

A constituição de cada amostra a recolher depende do estudo que se pretende realizar. Os frascos são enchidos deixando um espaço de ar entre a água e as rolhas de 2-3 cm , excepção feita ao caso de amostras destinadas à dosagem do pH, ácido carbónico livre e oxigénio em solução.

Foram realizadas recolhas de amostras de água, em 10 pontos de água de abastecimento. A colheita foi feita nos frascos de plásticos em polietilenos, neutro, resistente aos ácidos com capacidade para 1000ml, de forma a poder ter em quantidade suficiente para as devidas determinações.

Fizeram-se os registos de alguns parâmetros no local, nomeadamente: Condutividade, salinidade, TDS, acrescentado dos registos da data, hora e local.

No Laboratório, as amostras foram analisadas, procurando determinar os parâmetros essenciais (fotos. 11 a 13 em anexo) de acordo com as normas de qualidade da água cabo-verdiana, referidos no Decreto-lei nº8 /2004 de 23 de Fevereiro de 2004.

Logo a seguir a recolha de amostras, fez-se, no laboratório, a preparação das amostras, que é considerada a 2ª parte do trabalho prático.

### **3.4.3. Métodos analíticos utilizados nas análises físico-químico**

Depois de ter seleccionado e revisto os conteúdos relacionados com procedimento técnico de Métodos Analíticos e, seguidamente, registaram-se todos os parâmetros físico-químicos que se pretendem determinar durante a análise.

Os métodos analíticos utilizados para a referida análise foram os seguintes:

- **A Electrometria**, técnica utilizada para determinação da Condutividade, TDS, Salinidade, utilizando o aparelho condutivímetro, seguindo as instruções do fornecedor.
- **Volumetria**, método de análise que se baseia na medição exacta do volume de titulante, de concentração rigorosamente conhecida que se utiliza para efectuar a reacção.
- **Turbidimetria**, nesta técnica usam-se reacções em que se formam compostos pouco solúveis. Permite avaliar a quantidade de elemento a dosear, existente na solução, a partir da sua turvação. Esta turvação será comparada com a de uma solução-padrão.
- **Fotometria de absorção Molecular**, técnica em que se utiliza o aparelho espectrofotómetro de absorção molecular que é constituído pelos átomos no estado fundamental que absorvem a luz emitida pela fonte de radiação pelos átomos no sistema atomizador em comprimento de onda exactamente definidos e com alcance espectrais bem limitados.

- **Fotometria de Chama**, é a mais simples das técnicas analíticas baseadas em espectroscopia atómica.

Nesta técnica as amostras que contém cationes metálicos (como o cálcio e potássio) é inserida em uma chama e analisada pela quantidade de radiação emitida pelas espécies atómicas ou iónicas excitadas.

## **IV. QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO NO CONCELHO DE SANTA CRUZ**

### **4.1 Normas de qualidade de água do consumo humano em Cabo Verde**

Segundo a OMS, todos os países tem por obrigação a determinação das normas de qualidade de água.

Em Cabo Verde foram estabelecidas normas, através do Decreto lei nº8/2004, de 23 de Fevereiro de 2004, B.º nº6, 1ª Série, que apresenta um diploma aprovado pelo concelho de Ministros e que estabelece os critérios e normas de qualidade da água e a sua classificação, bem como os sistemas de controlo, o regime sancionatório e medidas de salvaguarda, com intuito de proteger o meio aquático e melhorar, na generalidade, a qualidade da água para o consumo humano.

O decreto regista ainda que a qualidade das águas subterrâneas que se destinam a produção de água para consumo humano, definida em função das características físicas, químicas e microbiológicas. Essas águas devem ser agradáveis ao paladar e à vista dos consumidores e não causar a deterioração ou destruição das diferentes partes dos sistemas de abastecimento.

### **4.2 Parâmetros de qualidade da água potável <sup>(14)</sup>**

Para caracterizar uma água são determinados diversos parâmetros, os quais representam as suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e constituem impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso. Os principais indicadores de qualidade da água são discutidos a seguir e separados sob os aspectos físicos, químicos e biológicos.

---

<sup>(14)</sup> M. Azevedo, José e A. Richter Carlos- “Tratamento de água, 2000”

## **Parâmetros Físicos e Organolépticos:**

*Temperatura*- É a medida da intensidade de calor. Na água ela tem influência sobre alguns parâmetros físico-químicos( pH, condutividade eléctrica e a presença de gases dissolvidos) e está ligada ao ambiente circundante.

O seu valor nas águas subterrâneas é geralmente inferior a 27°C, sendo mais elevada a da superfície.

*Cheiro e sabor*- São meios primários, através dos quais se determina o uso ou a aceitabilidade da água.

Os cheiros e os gostos desagradáveis de uma água estão normalmente associados à presença de grande variedade de organismos microscópios ou de matéria vegetal em decomposição.

Uma água potável deve ser constantemente límpida, sem cheiro e sabor.

*Cor*- Resulta da existência, na água, de substâncias metálicas ( como o ferro, magnésio e cobre), por algas, por plantas aquáticas ou por substâncias orgânicas ou inorgânicas. A água pura parece ser perfeitamente incolor. Uma pequena porção de impurezas em suspensão ou em solução, basta para lhe conferir uma certa coloração.

*Turvação*- Presença de matéria em suspensão na água. É uma medida da quantidade de substâncias estranhas em suspensão, que diminuem a claridade e reduzem a transmissão da luz do meio. Pode ser provocada por algas, detritos orgânicos ou microorganismos.

*Condutividade Eléctrica*- A condutividade eléctrica mede a capacidade que uma solução tem para transmitir uma corrente eléctrica; depende da quantidade de sais dissolvidos na água.

É de frisar que em Cabo Verde, a sua determinação é de extrema importância, pois pode permitir a detecção da infiltração da água do mar no lençol freático destinado ao consumo humano.

A condutividade das águas potáveis em Cabo Verde varia, geralmente, entre 400 e 1500 $\mu$ S/cm; os valores mais elevados indicam um grau de salinidade bastante alto.

### *Resíduo Sólido*

Indica o conteúdo de substâncias minerais e orgânicos dissolvidas e/ ou suspensas na água.

Efectuam-se diferentes determinações, nomeadamente sólidos totais, sólidos fixos, sólidos dissolvidos e sólidos suspensos, que permitem determinar as várias formas do resíduo sólido.

### **Parâmetros Químicos**

*pH*- representa o equilíbrio entre iões H<sup>+</sup> e iões OH<sup>-</sup>; ou seja, traduz o comportamento ácido ou básico duma solução. O seu valor varia de 7 a 14; indica se uma água é ácida (pH inferior a 7), neutra (pH igual a 7) ou alcalina (pH maior do que 7). Na água potável o seu valor deverá estar compreendido entre 6,4 e 8,5.

*pH* da água depende de sua origem e características naturais, mas pode ser alterado pela introdução de resíduos; *pH* baixo torna a água corrosiva; águas com *pH* elevado tendem a formar incrustações nas tubulações;

*Alcalinidade*- Mede a resistência total às variações do pH. Devida geralmente à presença de bicarbonatos e carbonatos, a água mineral apresenta sempre uma certa alcalinidade.

A avaliação da alcalinidade da água, deverá estar de acordo com os resultados das outras determinações. Em particular está ligado ao valor da dureza, do pH e do dióxido de carbono e deve ser com eles comparados.

*Dureza*- resulta da concentração, principalmente, de catiões multivalentes (cálcio e magnésio), ou de outros metais bivalentes, em menor intensidade. Tem várias características negativas entre as quais : causar sabor desagradável na água, deixar abundantes depósitos de calcário nas canalizações e de tornar-se turfa quando aquecida e não formar espuma com sabão.

Menor que 50 mg/1 CaCO<sub>3</sub> diz-se água mole

Entre 50 e 150 mg/1 CaCO<sub>3</sub> diz-se água com dureza moderada

Entre 150 e 300 mg/1 CaCO<sub>3</sub> diz-se água dura

Maior que 300 mg/1 CaCO<sub>3</sub> diz-se água muito dura

*Cloratos*- É um dos aniões presente em quantidade maior na água e pode dar ideia do grau de salinidade da mesma. Geralmente, provêm da dissolução de minerais ou da intrusão de águas do mar; podem, também, advir dos esgotos domésticos ou industriais; em altas concentrações.

*Fósforo*- Encontra-se nas águas naturais, quase exclusivamente como fosfatos, em formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico.

O teor em fosfato total de uma água pura natural costuma ser inferior a 0,1mg/l. Um teor superior, pode ser indicador de uma poluição de origem variada.

### **Parâmetros Biológicos**

A análise bacteriológica consiste em detectar a presença na água de microorganismos patogénicos e outros que nos servem de índice de contaminação, permitindo avaliar a qualidade higiénica da água melhor do que qualquer outro exame.

Toda a água natural pode conter bactérias, provenientes do ar, dejectos e dos seres vivos ou mortos com que entra em contacto.

O número total das bactérias presentes na água pode dar uma indicação no que diz respeito a qualidade. Porém, são as bactérias de origem intestinal que mais significados têm na transmissão de doenças por via hídrica.

A água destinada para o consumo humano pode ser contaminada de uma forma directa ou indirecta, dependendo da fonte, nomeadamente, através de água de esgotos ou de excrementos humanos ou animais; esta contaminação constitui risco para a saúde da comunidade, na medida em que constitui um meio de transmissão de algumas doenças graves, como: cólera, diarreia, febre tifóide, hepatite, etc.



Existem alguns microorganismos, particularmente os coliformes, que vivem nos intestinos acompanhados das bactérias patogénicas, que são causadores das referidas doenças.

*Coliformes*- são indicadores de presença de microrganismos patogénicos na água.

A água de abastecimento, tratada ou não, não deve conter nenhum microorganismo susceptível de ter origem fecal. A ausência de grupo de coliformes, pode ser considerada como um índice relativamente seguro da ausência de contaminação.

Existem dois métodos de análises de coliformes e a escolha faz-se dependendo do tipo de água que se pretende analisar e da finalidade do teste

Existem testes para a determinação de coliformes fecais (específico para coliformes que derivam exclusivamente de fezes dos animais de sangue quente) e testes para a determinação de coliformes totais (que é mais geral), pode ser utilizado para determinar os coliformes de origem vegetal e/ou do solo.

#### *Coliformes Totais (C.T.)*

São definidos como todas as “bactérias gram – negativas com forma de bastonete, aeróbicas e anaeróbicas facultativas, não esporuladas, que em menos de 48 horas fermentam a lactose a 35- 37°C, com produção de gás”.

*Coliformes Fecais (C.F.)* São um subgrupo dos coliformes totais. Tratam-se de “bactérias gram-negativas com a forma de bastonete, aeróbias ou anaeróbias facultativas, não esporuladas, capazes de crescer à temperatura de 44-45,5°C, em menos de 24 horas, fermentando a lactose com produção de ácido e gás.

Os coliformes fecais existem em grande quantidade nas fezes humanas e, quando encontrados na água, significa que a mesma recebeu esgotos domésticos, podendo conter microrganismos causadores de doenças.

Segundo a norma da OMS, a água potável num sistema de distribuição deve possuir as seguintes características:

Nunca deve conter coliformes fecais em 100ml de amostra;

Nenhuma amostra de 100ml deve conter mais de 3 coliformes totais. Ao serem detectados deve-se fazer uma nova amostragem, pelo menos antes de 3 dias;

95% de amostras de rotina ao longo de um ano não devem conter coliformes;

Em duas amostras consecutivas de 100ml, relativas ao mesmo local, os coliformes não devem ser detectados.

## Parâmetros analisados

Tabela 4.2.1. Parâmetros analisados

Parâmetros	Expressões	Técnicas/Métodos analíticos
<b>1. Físicos</b>		
<b>pH</b>	Escala Sorensen	Electrometria
<b>Condutividade</b>	$\mu\text{S/cm}$	Electrometria
<b>Sólidos Totais Dissolvidos (TDS)</b>	mg/l	Electrometria
<b>Salinidade</b>	‰	Electrometria
<b>2. Químicos</b>		
<b>Cálcio</b>	mg/l $\text{Ca}^{2+}$	Volumetria / Titulação com EDTA-indicador Murexida
<b>Dureza</b>	mg/l $\text{CaCO}_3$	Cálculo a partir dos valores do cálcio e do magnésio
<b>Magnésio</b>	mg/l $\text{Mg}^{2+}$	Volumetria/ Titulação com EDTA-comprimidos Tampão indicador
<b>Bicarbonato</b>	mg/l $\text{HCO}_3^-$	Titulação / Volumetria
<b>Cloretos</b>	mg/l $\text{Cl}^-$	Titulação/ Volumetria- Método Mohr
<b>Alcalinidade</b>	Cálculo	Cálculo a partir de $\text{HCO}_3^-$
<b>Nitratos</b>	mg/l $\text{NO}_3^-$	Espectrometria de Absorção molecular
<b>Nitritos</b>	mg/l $\text{NO}_2^-$	Espectrometria de Absorção molecular
<b>Sulfatos</b>	mg/l $\text{SO}_4^-$	Espectrometria de Absorção molecular
<b>Fosfatos</b>	mg/l $\text{PO}_4^-$	Espectrometria de Absorção molecular
<b>Potássio</b>	mg/l $\text{K}^+$	Fotometria de chama
<b>Sódio</b>	mg/l $\text{Na}^+$	Fotometria de chama
<b>Amoníaco</b>	mg/l $\text{NH}_4^+$	Espectrometria de Absorção molecular

Fonte: INIDA. 2006.

## 4.3 Competência dos agentes modeladores da qualidade da água<sup>(16)</sup>

<sup>(16)</sup> – ARE e INGRH

**Governo** – Definição e acompanhamento governamental da Política Nacional de Recursos Hídricos.

**Concelho Nacional de Águas (CNAG)**- Coordenação e acompanhamento intergovernamental da Política Nacional de Recursos Hídricos. Tem a competência de:

- Propor ao governo a política de gestão e exploração dos Recursos Hídricos;
- Aprovar programas e planos para desenvolvimento, protecção e uso óptimo dos recursos hídricos;
- Propor ao governo medidas de carácter legislativo;
- Aprovar directivas de aplicação obrigatória por todas as entidades encarregadas de funções específicas relativas à água nos diversos sectores.

**Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos (INGRH)** - Autoridade Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos. Tem a competência de :

- Supervisionar e coordenar todas as actividades relacionadas com o planeamento e gestão dos Recursos Hídricos
- Assegurar o controlo da qualidade da água;
- Elaborar planos e programas destinados a evitar a deterioração da qualidade da água e promover a melhoria da sua qualidade;
- Realizar estudos de distribuição do comportamento dos Recursos hídricos e verificação da quantidade disponível;
- Autorizar restrições da utilização de Recursos Hídricos em áreas determinadas, bem como em caso de perigo de esgotamento, degradação ou contaminação dos Recursos Hídricos.

**Agência de Regulação Económica (ARE)** - operadores do sector da água e saneamento.

#### **4.4 Diferença entre água potável e água destinada a rega**

A condutividade e a salinidade são dois factores determinantes da qualidade de água tanto para a rega como para o consumo humano.

Considera-se a água de boa qualidade para o consumo humano, em Cabo Verde aquela, cujo o valor da condutividade não ultrapassa os 1500 $\mu$ S/cm.

Para a rega, a água com a condutividade compreendida entre 750 e 2250  $\mu$ S/cm pode ser largamente utilizada e com resultados bastante satisfatórios, desde que as condições de drenagens sejam óptimas e as operações culturais adequadas.

Quando a água de rega apresenta valores de condutividade superior a 2250 $\mu$ S/cm, é considerada imprópria para a irrigação.

Em Cabo Verde, a qualidade da água para o consumo e para irrigação é grandemente afectada, devido a fraca pluviosidade acompanhada de uma enorme pressão sobre os fracos Recursos Hídricos existentes, provocando assim a proliferação de pontos de água, implicando uma sobre-exploração o que tem contribuído grandemente, para a deterioração da qualidade de água dos aquíferos das regiões costeiras.

Nos principais furos de exploração, de acordo com os registos dos três últimos anos, a quantidade da água produzida distribui-se em grande parte para a rega e outra parte para o abastecimento (Tabela 4.4.1. Produção e distribuição da água dos principais furos de exploração desde o ano de 2004 até Junho de 2006).

Tabela 4.4.1. Produção e distribuição da água dos principais furos de exploração desde o ano de 2004 até Junho de 2006

Furos	2004			2005			2006 (Jan. a Junho)		
	Produção (m3)	Distribuição		Produção (m3)	Distribuição		Produção (m3)	Distribuição	
		Abast.	Rega		Abast.	Rega		Abast.	Rega
FT-9	108990	7906	101084	122556	12374	110182	70330	9419	60911
FT-47	0	0	0	5001	4070	931	7271	5049	2222
FT-59	6815825	6254,5	61903,85	88107,7	11187	76920,7	49430,6	1553,5	47877,1
FT-63	128228	25313	102915	137256	35168	102088	70981	16229	54752
FT-93	109298	236	109062	110974	529	110445	55800,2	237	55563,2
FT-169	61364	872	60492	60096	2674	57422	25741	0	25741
FBE-146	19878	5248	14630	18412	5135	13277	8546	2622	5924
PT-33	171862	171862	0	181650	181650	0	97538,5	97538,5	0

Fonte: serviços Autónomos de Água e Saneamento – Santa Cruz

#### 4.5 Principais pontos de água de consumo no Concelho de Santa Cruz

No concelho existem vários pontos de água, que abastecem diferentes povoados, alguns são explorados apenas para abastecimento, mas a maioria fornece água tanto para abastecimento como para a rega (tradicional e gota a gota).

Tabela 4.5.1.Principais pontos de água de consumo no Concelho de Santa Cruz

Pontos de água	Profundidade (em metros)	Localidade	Exploração para abastecimento	Exploração para abastecimento e rega
FT 9	48	Macaty		X
FT 63	63	Cutelo Coelho		X
FT 47	55	Saltos		X
FT 59	49,5	Poilãozinho		X
FT 93	52	Tamareira		X
FT169	60	João Touro		X
PT 33	51,8	Fonte Machado	X	
PT 31	39,6	Ribeirão Seco		X
FT 65	45	Pinga Mel		X
FBE 146	77	Librão		X

Fonte: Serviço Autónomo de Água e Saneamento (SAAS) - Santa Cruz

#### 4.6 Distribuição da água para o consumo no Concelho de Santa Cruz

A distribuição da água para o consumo faz-se, de acordo com o Serviço Autónomo de Água e Saneamento (SAAS) do Concelho, de diversas formas, sendo a distribuição através de ligações da rede ao domicílio (com 3558 ligações) a forma mais utilizada. Os restantes agregados familiares abastecem-se através de poços, chafariz, auto-tanque e outras formas.

A distribuição da água através de ligações da rede ao domicílio processa-se da seguinte forma: a água é extraída do furo e passa-se para o reservatório. Seguidamente, é tratada com hipoclorito; a quantidade do hipoclorito introduzido depende da capacidade do reservatório ( $1\text{g/m}^3$ ). Após o tratamento com hipoclorito aguarda-se 30 minutos para permitir a sua dissolução e, depois, se fazer a medição do cloro livre. Em seguida, o responsável para a

abertura da válvula (manuseador da válvula) procede à abertura da válvula que permite o deslocamento da água para os fontenários e domicílios.

Na distribuição através de Auto-tanque, o camião cisterna é abastecido directamente no furo, seguidamente, faz-se o tratamento com hipoclorito, sendo depois a água transportada para os domicílios. Durante o transporte da água do furo para o domicílio processa-se de forma automática a mistura da água com hipoclorito.

#### **4.7 Desinfecção da água**

Faz-se a desinfecção da água com a finalidade de destruir os microorganismos patogénicos presentes na água.

É a intervenção mais importante na melhoria da qualidade biológica da água.

Normalmente são utilizados em abastecimento público os seguintes agentes desinfectantes em ordem de frequência: cloro, ozono, luz ultravioleta e iões de prata.

Em Cabo Verde, a desinfecção do sistema de abastecimento de água é feita, aplicando frequentemente o tratamento com cloro, porque é facilmente disponível líquido ou sólido (sob a forma de hipoclorito de cálcio ou de sódio), é barato, fácil de aplicar devido à sua alta solubilidade, deixa um residual em solução de concentração facilmente determinável que, não sendo perigoso ao homem, protege o sistema de distribuição, capaz de destruir a maioria dos microorganismos patogénicos. Por estas razões, o tratamento com cloro é reconhecido como um método excepcional de desinfecção e está sendo usado no programa de controlo de qualidade de água em Cabo verde.

#### **4.7.1 Desinfecção da água para o consumo humano por cloração <sup>(17)</sup>**

O procedimento a seguir apresentado deve ser modificado de forma a adaptar-se às condições de cada comunidade e de cada sistema de abastecimento de água. Uma vez determinado, a pessoa responsável deve estar capacitada para realizar o tratamento, seja ela responsável de chafariz, controlador de bomba ou condutor do auto-tanque.

##### **Procedimento:**

- a) O desinfectante é preparado de acordo com a dosagem indicada e a seguir entregue imediatamente ao responsável pelo tratamento.
- b) Com o reservatório quase vazio, fecha-se a torneira de saída de água e abre-se a torneira de entrada, o que permite encher o reservatório com água. Quando este atingir a sua capacidade máxima, fecha-se a torneira de entrada.
- c) Dissolve-se o cloro em pó, num recipiente de plástico, de preferência, com uma tampa de rosca para dissolver o cloro em pó. Um balde pode igualmente ser usado, embora o cloro produza muitos fumos irritantes durante a mistura. Se o recipiente não possuir a tampa ou o balde for usado, é necessário um pau, de madeira para a mistura.
- d) Deita-se o conteúdo do recipiente no reservatório e aguarda-se o mínimo de 30 minutos para permitir o tempo de contacto.
- e) Abre-se a torneira do reservatório e a água já se encontra em condições de ser distribuída e consumida.

A água de abastecimento, deve ser desinfetada, sempre que o reservatório receber uma nova quantidade de água e sempre que o nível de cloro livre baixar para valores inferiores a 0,2mg/l.

---

<sup>(17)</sup> -Manual da Qualidade da Água, Cabo Verde, Dezembro, 1997



## V. RESULTADOS E DISCUSSÃO DAS ANÁLISES REALIZADAS

### 5.1 Resultados

O número de amostras analisadas, as suas origens e os resultados dos parâmetros físico-químicos, estão apresentados na tabela 5.1.1.

Tabela 5.1.1. Resultados das análises físico-químicos realizadas em 10 pontos de água.

Parâmetros	Valores Recomendados VMR-VMA	Pontos de Água									
		FT 93	FT 59	FT 169	FT 63	FT 09	PT 31	FBE 146	FT 47	PT 33	FT 65
Físicos											
pH-Escala de Sorensen	6,5 a 8,5-9,5	6,9	7,2	7,3	7,5	8,3	8,4	8,4	6,8	6,9	7,5
Sólidos totais Dissolvidos (TDS) mg/l	- 1000	462	460	441	509	527	377	471	471	471	739
Condutividade µs/ cm	400 - 1000	943	939	901	926	1071	773	961	1506	854	1322
Salinidade -‰		0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,8	0,5	0,7
Químicos											
Cálcio mg/l Ca <sup>2+</sup>	100	61,6	68	52	58,4	83,2	32	42,4	53,6	44,0	57,6
Dureza Total mg/l CaCO <sub>3</sub>	- 500	333,2	339,4	189,7	32,3	409,3	213,8	153,8	59,4	24	47,7
Magnésio- mg/l Mg <sup>2+</sup>	30 - 50	43,7	41,3	14,6	46,2	49,1	32,6	11,7	84,1	45,2	86,5
Bicarbonato-mg/l HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		305,1	310	290,5	305,1	305,1	268,5	288,	380,8	407,6	427,1
Cloretos- mg/l Cl <sup>-</sup>	25 - 250	120,5	134,7	127,6	156,0	163,1	120,5	205,6	297,8	120,5	248,2
Alcalinidade Total- mg/l CaCO <sub>3</sub>	25 - 250	250	254	238	250	250	220	236	312	334	350
Nitratos- mg/lNO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	25 - 50	36,9	36,9	39,9	47,4	55,3	30,7	21,5	25,6	21,3	41,6
Nitrito-mg/lNO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	- 0,1	0	0	0	0,028	0,015	0,01	0	0,019	0,007	0,018
Sulfatos-mg/l SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	25 - 250	29,8	59,7	29,8	47	69,6	9,9	29,8	50	36	70
Fosfato-mg/l PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0,4 - 5	0	0	0	0,4	0	0	0	0,21	0,68	0,54
Sódio- mg/l Na <sup>+</sup>	20 - 200	75,2	69,4	74,2	72,8	70,3	83,8	154,2	158,0	89,1	143,7
Potássio - mg/l K <sup>+</sup>	10 - 12	8,1	9,1	7,6	7,3	7,2	8,1	6,7	20,1	11,3	13,7

Fonte: INIDA

No gráfico da figura 5.1.1. estão representados os pontos de água, com os resultados da condutividade, em comparação com o Valor Máximo Recomendado (VMR), segundo a norma da OMS, para a qualidade de água subterrânea.

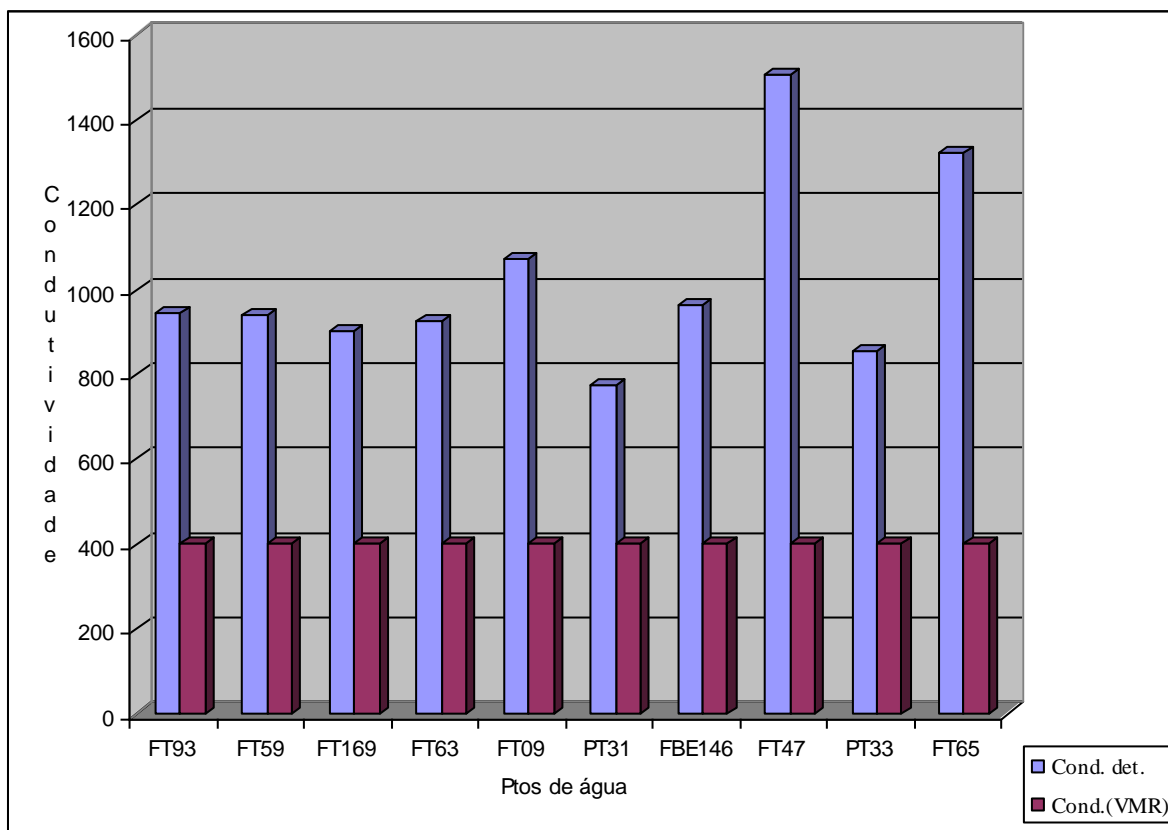


Fig. 5.1.1- Perfil da condutividade segundo a origem das amostras de águas analisadas em relação ao Valor Máximo Recomendado (VMR) pela legislação.

## 5.2 Discussão

Em todas as amostras analisadas, verifica-se que a condutividade é o único parâmetro, em que os valores encontrados, são superiores ao valor máximo recomendado na legislação. Realça-se ainda que, em alguns pontos de água os referidos valores ultrapassam o valor máximo admissível (fig.5.2.1)

Este elevado valor da condutividade deve-se, fundamentalmente, a um aumento do teor em sal nos aquíferos costeiros, como consequência de um excesso de bombagem e apanha de areias de uma forma exorbitante nas praias, que facilitam a entrada da água do mar para o interior dos aquíferos.

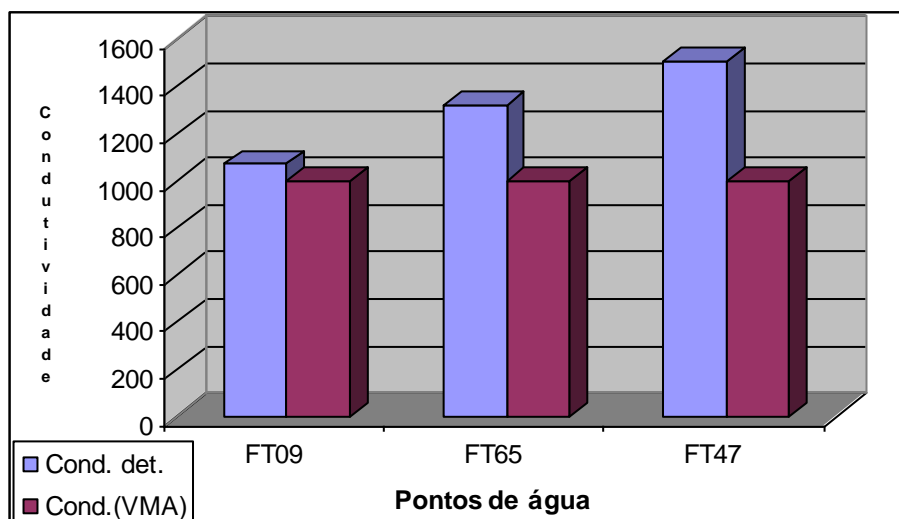


Fig.5.2.1-Perfil da condutividade eléctrica em relação ao Valor Máximo Admissível (VMA)

Para além do elevado teor da condutividade os furos apresentados na fig.5.2.1 (indicador de formações da Unidade de Base), também apresentam outros parâmetros com teores relativamente elevados, como o caso dos furos FT-47 e FT-65 apresentam teor em Magnésio acima do valor Máximo Admissível (VMA), o furo FT-47, para além do Magnésio, apresenta elevado teor em cloretos.

O furo FT-9, apresenta teor em nitratos acima do VMA- ( ver a Tabela 5.1.1)

De acordo com os resultados da análise da dureza obtidos, pode se classificar as amostras da água em: Mole, Moderada, Dura e Muito Dura. (Tabela 5.2.1. Classificação da dureza das amostras de água recolhida).

Tabela 5.2.1 – Classificação da dureza das amostras de água recolhida

	Pontos de Água									
	FT 93	FT 59	FT 169	FT 63	FT 09	PT 31	FBE 146	FT 47	PT 33	FT 65
Valor da dureza	333,2	339,4	189,7	32,3	409,3	213,8	153,8	59,4	24	47,7
Classificação	Água Muito Dura	Água Muito Dura	Água Dura	Água Mole	Água Muito Dura	Água Dura	Água Dura	Dureza moder ada	Água Mole	Água Mole

## **VI. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Pretende-se com este trabalho analisar alguns aspectos inerentes à qualidade da água, afim de proporcionar algumas informações que poderão contribuir na tomada de medidas pelos órgãos decisores.

Embora não se tenha feito estudo minucioso de todos os aspectos ligados à qualidade da água, conseguiu-se obter dados, principalmente no concernente aos dez (10) pontos de água de abastecimento, que permitiram tirar algumas conclusões:

- A maioria dos pontos de água para o abastecimento é também destinada à rega.
- A água dos furos FT-9, FT-47 e FT-65 não é de boa qualidade, tendo em conta os parâmetros químicos analisados.
- Verificou-se um aumento gradual de substâncias químicas na água dos furos acima referidos
- A maior parte da água de consumo provém dos furos.
- A única forma de tratamento de água é por cloração.
- Nota-se maior preocupação por parte das entidades gestoras de água com a produção do que com a sua qualidade.
- Há falta de sensibilização por parte de muitas pessoas, no que concerne ao consumo da água potável, pois constatou-se que por razões de vária ordem, muitas pessoas consomem água proveniente de poços abertos ou nascentes não protegidas. Não restam dúvidas que nesses tipos de captações a qualidade sanitária da água pode não ser boa para o consumo humano.

- Há necessidade de instalação de um laboratório de análise da qualidade da água no Concelho, com os equipamentos necessários e com técnicos capacitados para realização das análises físico-química e bacteriológica da água de consumo.

Face às constatações recomenda-se que:

- Se faça uma melhor gestão dos pontos de água para o abastecimento.
- Se faça a inspecção sanitária dos pontos de água para o consumo humano.
- Se implemente a monitorização da qualidade da água para o abastecimento, principalmente nos furos FT-9, FT-47 e FT-65.
- Se faça uma campanha de sensibilização das populações, para a importância do consumo de água de boa qualidade.
- Se construa dispositivos de retenção e aproveitamento das águas superficiais (Barragens), e de recarga de aquíferos.
- Se faça um controlo frequente e rigoroso, relativamente à limpeza e desinfecção dos reservatórios.

## BIBLIOGRAFIAS

AMARAL Ilídio. Santiago de Cabo Verde.1964. A Terra e os Homens.

CARLOS A. Richter, De Azevedo Neto , Tratamento de Água – Tecnologia atualizada, 1991

CUSTODIO, Emílio- Hidrogeologia de las Rocas Volcanicas,1975.

DUARTE,Cristina Reis de Lima- A vegetação de Santiago ( Cabo Verde), apontamento Histórico, composição florística e interpretação ecológica das comunidades, 1998.

GONÇALVES, Vitalina Fernandes- Exploração e Gestão dos Recursos Hídricos na freguesia de S. Lourenço Dos Órgãos, 2004.

LIMAS M.R.E.Custódio, Hidrogeologia Subterrânea. 1976.

MARQUES, Manuel Monteiro- Caracterização das Grandes Unidades Geomorfológicas da ilha de Santiago( República de Cabo Verde), 1990.

MOTA GOMES, Alberto da - A Hidrogeologia de Santiago,1980.

MOTA GOMES, Alberto da . António Filipe Lobo de Pina. Teresa Condesso de Melo. Manuel Marques da Silva. *A problemática da Intrusão Salina na ilha de Santiago*. In: Geociências. Nº 1,2,e 3. Vol.1. 2004.

MOTA GOMES, Alberto da – A Problemática da Geologia e dos Recursos Hídricos da ilha de Santiago, 2006.

PINA, António Pedro. Manual da Qualidade da Água, Praia Cabo Verde, INGRH 2003

RIBEIRO AMADOR, Nelson- A Qualidade de água potável no Concelho de Santa Cruz, (Praia), 2005.

RICHTER,A. Carlos , José M. De Azevedo Netto. (1991) - Tratamento de Água Tecnologia Atualizada. São Paulo. EDGARD BLUCHER LTDA. 2000.

SEMEDO Elisângela Varela,2004. Hidrogeologia da Freguesia de S. Lourenço dos Órgãos ( Monografia) ISE. Praia.

SERRALHEIRO, António- a Geologia de Santiago( Cabo Verde),1976.

SERRALHEIRO, António, C.A Mato Alves, J.R.Macedo, L. Celestino Silva, <sup>a</sup> F.Peixoto Faria- Estudo Geológico, Petrológico e Vulcanológico da ilha de Santiago (Cabo Verde), 1979.

SOARES, Judith da Costa. Vegetação da Bacia Hidrográfica Ribeira Principal e Serra da Malagueta- ilha de Santiago ( Monografia). ISE. Praia.1999.

TEIXEIRA DIAS José J.C., Espectroscopia Molecular,1986.

Boletim Oficial Nº 06 Iª série, 23 de Fevereiro de 2004.

BURGEAP- La mise en Valeur des eaux Souterraines dans l'archipel du Cap Vert- Rapport de fin de mission, 1974.

Manual da Qualidade da Água – INGRH e Fundo das Nações Unidas para a Infância, 1ª edição, ( Cabo Verde), 1997.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE AGRICULTURA E PESCA,. DIRECÇÃO GERAL DO AMBIENTE. Livro Branco sobre Estado de Ambiente em Cabo Verde, 2004.

Plano Regional de Santa Cruz Diagnóstico Tendencias Perspectivas, Abril 1991.

[w.w.w.google.com/qualidade da água/água o desafio do séc.21](http://w.w.w.google.com/qualidade-da-água/água-o-desafio-do-séc.21).

[w.w.w.cade.com.br/potabilidade da água](http://w.w.w.cade.com.br/potabilidade-da-água).

## ANEXO





Fotografia-1. Água do furo PT-33



Fotografia 2. Furo FT-47



Fotografia- 3. Furo FT-63



Fotografia- 4. Furo FT-65



Fotografia- 5. Furo FT-93



Fotografia-6. Furo FT-59



Fotografia-7. Furo FT-169



Fotografia 8. Furo FT-9



Fotografia- 9. Furo PT-31



Fotografia- 10. Furo FBE-146





Fotografia- 11. Análise do Sódio e Potássio  
Fotometria de chama



Fotografia- 12. Análise do Cálcio e Magnésio.  
Volumetria

## **Ficha de Registo da Exploração dos principais furos (produção e distribuição)**

De Janeiro ao Junho de corrente ano